La biodiversidad en

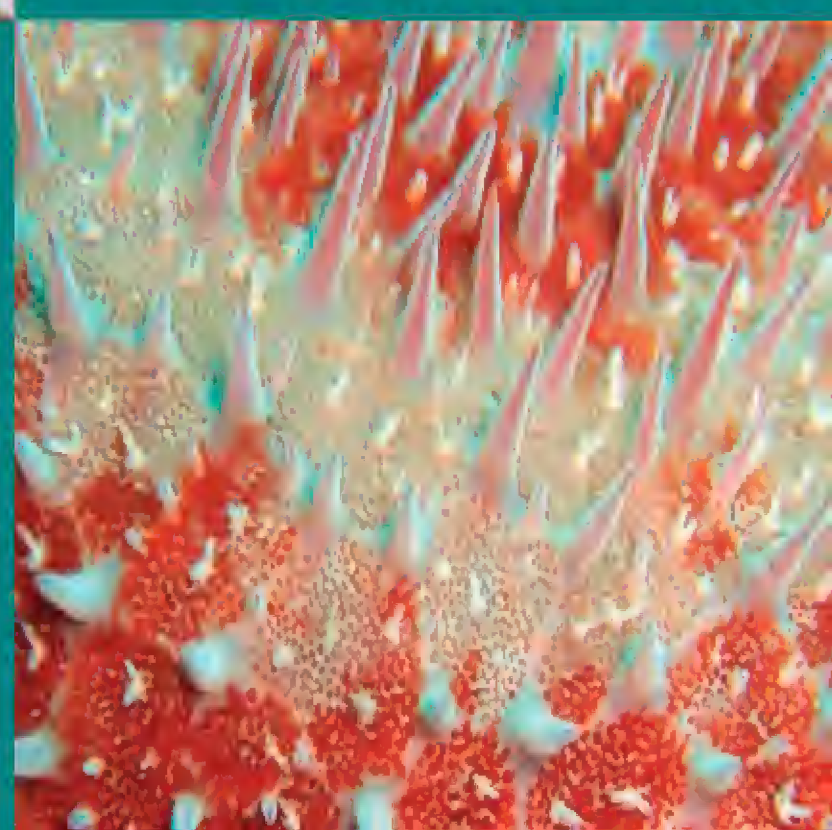
# Colima

ESTUDIO DE ESTADO









# La biodiversidad en Colima

## ESTUDIO DE ESTADO

CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

COLIMA
GOBIERNO DEL ESTADO

**Primera edición, 2016**



**ISBN WEB:** 978-607-8328-40-6

**Forma de citar:**
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2016. *La Biodiversidad en Colima: Estudio de Estado.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

**Coordinación y seguimiento general:**
Andrea Cruz Angón
Miguel A. Ortega Huerta
Erika Daniela Melgarejo
Héctor Perdomo Velázquez
Ana Victoria Contreras

**Compilación y edición técnica y científica:**
Miguel A. Ortega Huerta, Manuel Balcázar Lara. **MEDIO FÍSICO:** Juan José Ramírez Ruiz, **MEDIO SOCIOECONÓMICO:** Juan González García, **DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS**: Gloria Alicia Jiménez, **DIVERSIDAD DE ESPECIES HONGOS Y PLANTAS**: Emily Lott, **DIVERSIDAD DE ESPECIES INVERTEBRADOS**: Manuel Balcázar Lara y Felipe Noguera Martínez, **DIVERSIDAD DE ESPECIES VERTEBRADOS**: Jorge Vega Rivera, **DIVERSIDAD GENÉTICA**: Sebastián Lemus Juárez, **USOS DE LA BIODIVERSIDAD**: Irma Xóchitl Amador Ramírez, **AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD**: Tania Román Guzmán, **MARCO JURÍDICO VIGENTE**: José Ángel Méndez Rivera y Raquel Gutiérrez Nájera, **GESTIÓN AMBIENTAL**: Patricia Ruiz Montero.

**Corrección de estilo:**
Aída Pozos Villanueva, Héctor Perdomo Velázquez, Karla Carolina Nájera Cordero, Diana López Higareda y Erika Daniela Melgarejo

**Diseño y formación:**
Aída Pozos Villanueva

**Cuidado de la edición:**
Aída Pozos Villanueva, Héctor Perdomo Velázquez y Erika Daniela Melgarejo

**Cartografía:**
Jessica Valero Padilla

**Revisión técnica de textos[1] y listados de especies[2]:**
Esteban Benítez Inzunza[1], Oscar Báez Montes[1], Ana Victoria Contreras Ruiz Esparza[1], Héctor Perdomo Velázquez[1,2], Raúl González Salas[2], Ana Laura García López[1], María Alejandra González Gutiérrez[1], Susana Ocegueda Cruz[2], Martha Alicia Reséndiz López[2], Dulce Parra Toris[2], Alberto Romo Galicia[2], Margarita Hermoso Salazar[2], Claudia Sarita Frontana Uribe[2], Diana Hernández Robles[2] y Adriana Iraní Hernández Abundis[2].

**Agradecimientos:**
El Gobierno del Estado de Colima a través del Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, expresan su reconocimiento a todas aquellas instituciones y personas que colaboraron en la elaboración del presente Estudio de Estado, en particular a Fernando Camacho Rico, quienes estuvieron involucrados en el proceso de formulación de este documento.



**Fotografías de la portada:**
Detalles de: polilla de seda *Rothschildia cincta guerreronis* (Manuel A. Balcázar Lara), frutos de *Hylocereus* spp. (Adalberto Ríos Szalay/Banco de imágenes CONABIO), lagarto cornudo *Phrynosoma asio* (Enrique Ramírez García) y estrella de mar *Acanthaster planci* (Valeria Mas).

Impreso y hecho en México
*Printed and made in Mexico*

# Presentación

El libro *La Biodiversidad en Colima: Estudio de Estado*, representa una contribución significativa a la difusión del conocimiento sobre la diversidad biológica y su importancia en el estado.

La obra contiene la información más confiable y actualizada hasta el momento sobre la situación actual del patrimonio biológico de la entidad. Los servidores públicos, académicos, comunidades locales y la sociedad en general, podrán consultarla y utilizarla como elemento base para tomar decisiones, diseñar estrategias de planeación y realizar nuevas investigaciones en beneficio del desarrollo sustentable del estado de Colima.

El Estudio de Estado es una "fotografía instantánea" del conocimiento y estado de conservación de la biodiversidad en la entidad, por lo que será necesario realizar esfuerzos que permitan incrementar el conocimiento del capital natural de la entidad, así como implementar acciones que ayuden a su conservación y utilización sustentable para beneficio no sólo de los dueños de ese capital natural, sino de toda la sociedad.

Tengo la seguridad de que las instituciones locales darán continuidad a los esfuerzos para incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad, la identificación y el registro de los cambios, y apoyarán la difusión de esta obra; sólo de esta manera se aplicará y será de utilidad para las instituciones gubernamentales y para los habitantes del estado.

Esta obra es un eslabón fundamental para la elaboración e instrumentación de la Estrategia Estatal para la Conservación y Uso Sustentable sobre Biodiversidad de Colima, la cual tiene como objetivo fundamental establecer las prioridades para conservar y hacer uso racional del capital natural, incluidos los servicios ambientales que ese capital provee en beneficio de la sociedad de esta entidad.

Agradecemos el compromiso y dedicación de cerca de 200 autores pertenecientes a 49 instituciones y organizaciones estatales, nacionales e internacionales, sin los cuales no hubiera sido posible la elaboración de este libro, los felicitamos por la consumación de este gran esfuerzo.

Dr. José Sarukhán Kermez

Coordinador Nacional de la conabio

# Índice

## S4
## DIVERSIDAD DE ESPECIES

### HONGOS Y PLANTAS



### ANIMALES INVERTEBRADOS



### ANIMALES VERTEBRADOS

# Introducción

Andrea Cruz-Angón

Héctor Perdomo-Velázquez

## La biodiversidad y su importancia para el bienestar humano

La diversidad biológica, o biodiversidad, es un concepto que normalmente asociamos con la variedad de especies de animales y plantas observables a simple vista. No obstante, para el Convenio de Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (cdb), su definición es más amplia y abarca la variedad de las especies vivientes, no sólo las plantas (Plantae) y los animales (Animalia), sino también los hongos (Fungi), los protozoarios (Protista) y las bacterias (Monera). Además, la biodiversidad incluye a los ecosistemas en los que las especies habitan e interactúan, y la variabilidad genética que éstas poseen (cdb 1992, conabio 2000) (figura 1). El concepto de biodiversidad también puede incluir a la variedad de plantas domesticadas por el hombre y sus parientes silvestres (agro-biodiversidad), a la diversidad de grupos funcionales en el ecosistema (herbívoros, carnívoros, parásitos, saprófitos, entre otros), y a la diversidad cultural humana (costumbres, lenguas y cosmovisiones).

Los seres humanos valoramos la diversidad desde tres puntos de vista: biológico, económico y cultural. Biológico, dado que cada uno de sus componentes constituye un reservorio de información evolutiva irremplazable, como los conocimientos científicos; económico, porque de ella recibimos bienes esenciales para el desarrollo de nuestra vida diaria, como materias primas para la construcción o el vestido y compuestos activos para la fabricación de medicinas, entre otros; y cultural, como fuente de inspiración intelectual, literaria, creencias, mitos y cosmovisiones (Toledo 1997).

Cruz-Angón, A. y H. Perdomo-Velázquez. 2016. Introducción. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 11-19.




**Figura** 1. Niveles de organización de la biodiversidad considerados por el Convenio de Diversidad Biológica (cdb). Genes: en Colima se han domesticado tres especies de pitahaya silvestre (*Hylocereus* spp.) en huertos familiares por sus características alimenticias y medicinales. Foto: Adalberto Ríos Szalay/Banco de imágenes conabio. Especies: recientemente se redescubrió la culebra nocturna de Clarión (*Hypsiglena unaocularus*) en la isla Clarión. Foto: Juan E. Martínez Gómez. Ecosistemas: el estero El Chupadero, uno de los ecosistemas que caracterizan la zona costera de Colima. Foto: Patricia Ramírez Bastida/Banco de imágenes conabio.

Además, la biodiversidad, específicamente los ecosistemas, otorgan servicios (ecosistémicos o ambientales) a la sociedad, por lo que se han clasificado como: 1) de provisión, a través de todas las materias primas como fibras, madera, agua y alimentos; 2) de regulación, como la regulación del clima, de enfermedades y control de la erosión; 3) de soporte, como la formación de suelos y reciclado de nutrientes; 4) culturales, como fuente de inspiración artística o espiritual y sitios recreativos, entre otras (conabio 2006, figura 2).

## Riqueza natural de México

Se reconoce que 17 países tienen una diversidad biológica excepcional, es decir, que son megadiversos. Australia, Brasil, China, Colombia, Congo, Ecuador, Estados Unidos, Filipinas, India, Indonesia, Malasia, Madagascar, México, Perú, Papua-Nueva Guinea, Sudáfrica y Venezuela, cuentan con alrededor de 70% de las especies conocidas en el planeta (Mittermeier *et al.* 1997).

**Servicios de provisión y abastecimiento**

- Alimentos
- Agua dulce
- Madera y fibras
- Combustibles

**Servicios de regulación**

- Del clima (protección contra eventos extremos como inundaciones)
- Control de la erosión
- Regulación de polinizadores
- Regulación de enfermedades

**Servicios culturales**

- Estéticos
- Espirituales
- Recreativos
- Educativos

**Servicios de soporte ecológico**

- Reciclaje de nutrientes
- Formación de suelo
- Productividad primaria

Figura 2. Servicios y beneficios que presta la biodiversidad a través de los ecosistemas. Fuente: modificado de CONABIO 2006.

En el caso particular de México, es sorprendente que a pesar de que su superficie representa tan sólo 1.5% del área terrestre del mundo, contiene entre 10% y 12% de las especies conocidas (CONABIO 2006, Sarukhán *et al.* 2009). Dependiendo del grupo que se trate, entre nueve y 60% de las especies registradas en nuestro país se localizan únicamente en su territorio, es decir, que son endémicas (Sarukhán *et al.* 2009).

## La pérdida de la biodiversidad y acciones globales para detenerla

Desafortunadamente, nuestro país comparte una realidad ambiental con amenazas y tendencias similares a las identificadas a nivel mundial (CONABIO 2006), esto se debe en gran medida a factores relacionados con los modos de producción y obtención de bienes y servicios que han resultado no sustentables.

La pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas, también conllevan una degradación cualitativa y cuantitativa de los servicios ambientales que nos prestan, y de los cuales depende directamente el bienestar de todas las personas (CONABIO 2006).

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), adoptado en 1992 durante la Cumbre, en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil, es un tratado mundial jurídicamente vinculante que persigue tres objetivos: *1)* la conservación de la diversidad biológica, *2)* el uso sostenible de sus componentes y *3)* la distribución justa y equitativa de los beneficios provenientes de la utilización de los recursos genéticos. La participación en dicho Convenio es prácticamente global, lo cual es reflejo de la preocupación mundial sobre el deterioro ambiental y la pérdida de biodiversidad, y la necesidad de realizar acciones conjuntas que aseguren su conservación en el largo plazo. El Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, del CDB, ha establecido cinco objetivos estratégicos y 20 metas, conocidas como las Metas de Aichi, todas ellas situadas dentro de un marco flexible con el fin de que los países puedan definir sus propias metas de acuerdo con sus capacidades y prioridades.

## México y el Convenio de Diversidad Biológica

México es parte contratante del CDB desde 1993 y ha cumplido con los principales compromisos adquiridos, por ejemplo: en 1998 publicó *La diversidad biológica de México: Estudio de país*, el primer diagnóstico de la situación general de la biodiversidad en el país, mediante el cual se identificaron sus principales usos, amenazas, necesidades y oportunidades para su conservación (CONABIO 1998).

Posterior a la publicación de dicho estudio, se formuló la Estrategia Nacional de Biodiversidad de México (ENBM) (CONABIO 2000), y recientemente se trabaja en la actualización de este documento estratégico con la finalidad de alinearlo al Plan Estratégico del CDB y a las prioridades nacionales actuales.

Asimismo, en 2009 se publicaron los tres primeros volúmenes de la obra *Capital natural de México*: I. Conocimiento actual de la biodiversidad; II. Estado de conservación y tendencias de cambio; III. Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. Este esfuerzo sin precedentes representa una versión actualizada del *Estudio de País* y en él han participado más de 700 autores y revisores de 227 instituciones (Sarukhán *et al.* 2009).

Por otro lado, nuestro país también ha cumplido con la obligación de realizar sus informes nacionales, documentos que evalúan el avance de cada país en el cumplimiento de sus compromisos ante el CDB. El Quinto Informe Nacional de México al Convenio de Diversidad Biológica (CONABIO 2014), presentó una evaluación del cumplimiento de las Metas de Aichi y los retos a futuro.

## Instrumentación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad de México: las Estrategias Estatales de Biodiversidad

Desde 2002 la CONABIO, en colaboración con los gobiernos estatales y representantes de los diversos sectores de la sociedad, promueve la iniciativa de las Estrategias Estatales de Biodiversidad (EEB), un proceso que toma en cuenta la diversidad cultural, geográfica, social y biológica de México, con el objetivo de implementar el CDB en el ámbito local. Este proceso busca que las entidades federativas del país:

1. Cuenten con herramientas de planificación a escala adecuada (estatal) para la toma de decisiones con respecto a la gestión de los recursos biológicos.

2. Integren elementos de conservación y uso sustentable de la biodiversidad en las políticas públicas.
   *a)* Incrementen la valoración de la biodiversidad, por parte de la sociedad, mediante el establecimiento de programas permanentes de educación ambiental y difusión sobre la importancia de la biodiversidad.

De forma análoga a la ENBM, el proceso de las EEB busca completar dos documentos de planificación estratégica importantes (figura 4): 1) el Estudio de Estado, que es un diagnóstico de línea base sobre la biodiversidad del estado en sus diferentes niveles; y 2) la Estrategia Estatal sobre Biodiversidad, que es un documento de planificación estratégica que establece ejes, objetivos y acciones para conservar y aprove-

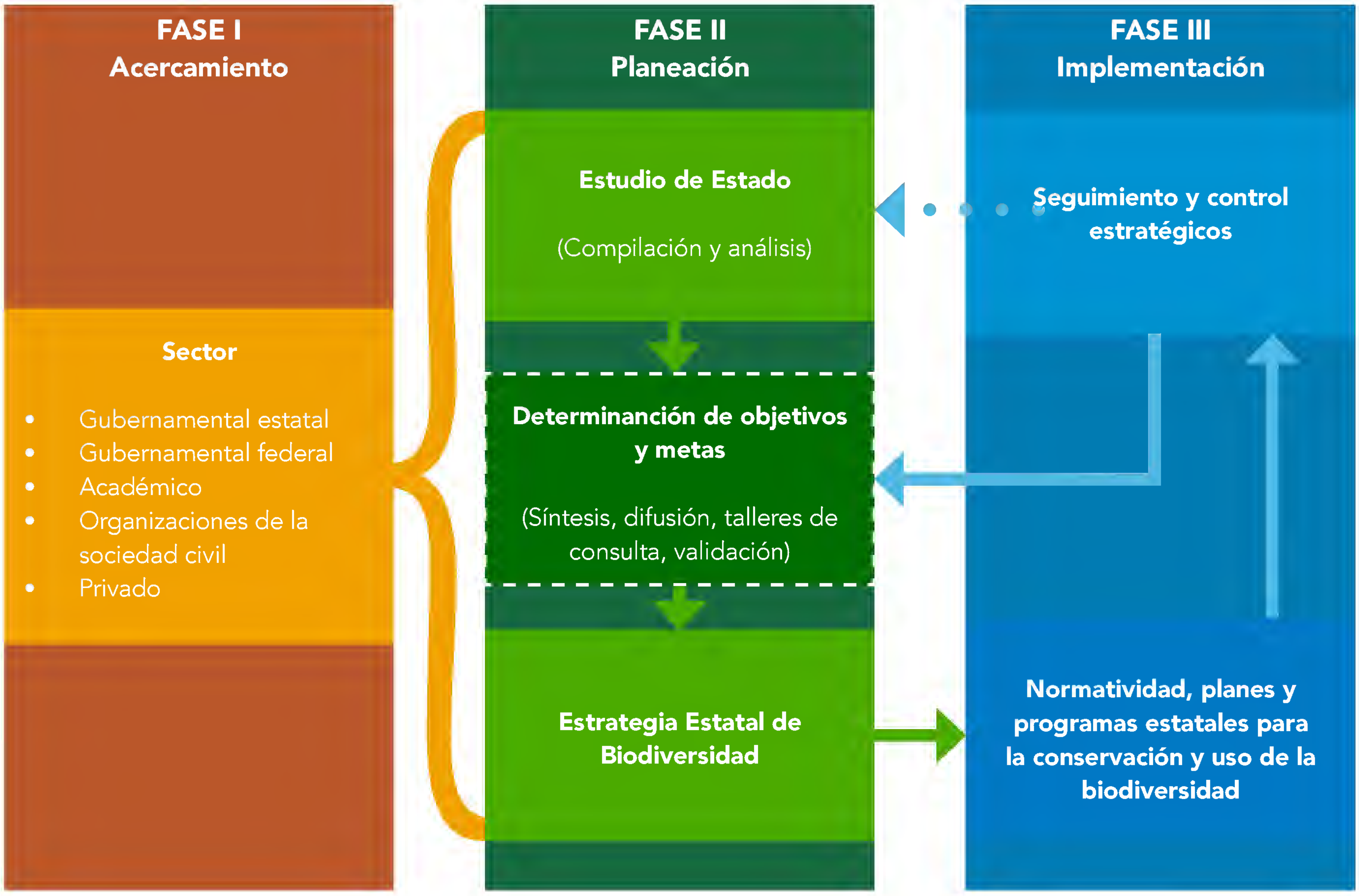



Figura 4. El proceso de elaboración de documentos de planeación estratégica e instrumentación de acciones, en el marco del programa de Estrategias Estatales de Biodiversidad coordinado por la conabio.

char sustentablemente su diversidad biológica. La formulación de estos dos documentos requiere de la amplia participación de diversos sectores de la sociedad que permitan la identificación de prioridades y la implementación de la estrategia.

## La Biodiversidad en Colima: Estudio de Estado

El estado de Colima se caracteriza por ser uno de los más pequeños del país, con una extensión aproximada de 5 543 km$^2$ (inegi 2010). A pesar de comprender 0.3% de la superficie de México, su fisiografía y climas facilitan la presencia de una importante diversidad de ecosistemas en los que habitan gran variedad de organismos. Colima se caracteriza por su importante exposición a fenómenos naturales, como sismos, erupciones volcánicas y huracanes, que pueden tener un impacto sobre la biodiversidad estatal.

Sin embargo, las principales amenazas al capital natural de Colima son aquellas relacionadas con las actividades humanas, como el cambio de uso de suelo. Se sabe que en 25 años se deforestó o alteró 25% de la cobertura vegetal del estado para convertirla en áreas agrícolas o de pastoreo; este valor está por encima del promedio nacional y equivale a perder anualmente 0.58% de algún tipo de vegetación (Álvarez-Castillo *et al.* 2004).

Ante esa situación, conscientes de la problemática ambiental que enfrenta el estado y de los retos que suponen mantener un balance entre el desarrollo económico y social de la entidad y la conservación y aprovechamiento sustentable de su biodiversidad, el Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del estado de Colima (IMADES), contactó a la CONABIO para elaborar un diagnóstico de la biodiversidad del estado y, posteriormente, la respectiva Estrategia Estatal de Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad. El cuadro 1 agrupa a los investigadores que coordinaron las diversas secciones que integran el Estudio de Estado.

Finalmente, tras un esfuerzo de colaboración sin precedentes para el estado, en el que participaron 49 instituciones estatales, nacionales y extranjeras, y cerca de 200 autores (cuadro 2), Colima ha cumplido con la primer meta de este proceso mediante la publicación de *La Biodiversidad en Colima: Estudio de Estado*, obra que constituye el compendio más completo y actualizado de información sobre la diversidad biológica de Colima.

El Estudio está conformado por una sección introductoria y 12 secciones con sus respectivos capítulos, referencias bibliográficas y anexos. Además, se ha incluido una sección con los resúmenes curriculares de los autores participantes.

CUADRO 1. Coordinadores de cada una de las secciones del Estudio de Estado.

| Sección | Nombre del coordinador |
|---|---|
| Medio físico | Dr. Juan José Ramírez Ruiz |
| Medio socioeconómico | Dr. Juan González García |
| Diversidad de ecosistemas | M. en C. Gloria Alicia Jiménez |
| Diversidad de especies | |
| Hongos y plantas | Emily Lott |
| Animales invertebrados | Dr. Manuel Balcázar Lara<br>Dr. Felipe Noguera Martínez |
| Animales vertebrados | Dr. Jorge Vega Rivera |
| Diversidad genética | Dr. Sebastián Lemus Juárez |
| Usos de la biodiversidad | M. en C. Irma Xóchitl Amador Ramírez |
| Amenazas a la biodiversidad | Biól. Tania Román Guzmán |
| Marco jurídico vigente | Dr. José Ángel Méndez Rivera<br>Dra. Raquel Gutiérrez Nájera |
| Gestión ambiental | M. en C. Patricia Ruiz Montero |
| Coordinación y edición general | Dr. Miguel A. Ortega Huerta<br>Dr. Manuel Balcázar Lara |

**Cuadro 2.** Instituciones participantes en la elaboración del Estudio de Estado*.

| Instituciones académicas y de investigación |
|---|
| Auburn University |
| California Academy of Sciences |
| Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada |
| Centro Regional de Investigación Pesquera |
| Centro Regional del Bajío |
| Colegio de Posgraduados |
| Escuela de Salud Pública de México, Instituto Politécnico Nacional |
| Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente, A.C. |
| Herbario Asociación Mexicana de Orquideología, A.C. |
| Instituto de Ecología, A.C. |
| Instituto Oceanográfico del Pacífico |
| Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla |
| National Museum of Natural History |
| Universidad de Colima |
| Universidad de Guadalajara |
| Universidad Autónoma de Baja California |
| Universidad Autónoma de Chapingo |
| Universidad Autónoma de Sinaloa |
| Universidad Autónoma del Estado de México |
| Universidad Complutense de Madrid |
| Universidad Juárez Autónoma de Tabasco |
| Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo |
| Universidad Nacional Autónoma de México |
| Universidad Veracruzana |
| University of California at Riverside |
| University of Florida |
| University of Memphis |
| University of Texas at Austin |

| Organizaciones no gubernamentales |
|---|
| Centro Ecológico de Cuyutlán El Tortugario |
| Centro para la Conservación de las Tortugas Marinas El Chupadero |
| Cultura Ecológica, A.C. |
| Operadora CICSA, S.A. de C.V. |

| Dependencias gubernamentales estatales y municipales |
|---|
| Consejo Estatal de Población |
| Dirección de Ecología |
| Gerencia Operativa de la Comisión de Cuencas del río Ayuquila-Armería |
| Instituto Nacional de Pesca |
| Procuraduría Federal de Protección al Ambiente |
| Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación |
| Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional |
| Secretaría de Turismo |
| Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales |

| Dependencias gubernamentales federales |
|---|
| Comisión Nacional Forestal |
| Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad |
| Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias |
| Secretaría de la Reforma Agraria |
| Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales |

*En la parte final del libro se encuentra la información completa de los autores y sus instituciones de adscripción.

Cuadro 3. Comparativo de la diversidad de animales vertebrados y plantas vasculares en Colima, respecto al total nacional. Fuente: Sarukhán 2009, distintos textos en esta obra.

| Grupo | México | Colima (Sarukhán, 2009) | Colima (esta obra) | Porcentaje en Colima respecto al total nacional (%) |
|---|---|---|---|---|
| Pteridofitas | 1009 | 91 | 110 | 10.9 |
| Gramíneas | 1182 | 141 | 264 | 22.3 |
| Cactáceas | 669 | 23 | 36 | 5.3 |
| Orquídeas | 1200 | 58 | 103 | 8.5 |
| Libélulas | 349 | 55 | 91 | 26 |
| Anfibios | 361 | 28 | 35 | 9.6 |
| Reptiles | 804 | 89 | 117 | 14.5 |
| Mamíferos | 535 | 122 | 131 | 24.4 |
| Aves | 1 096 | 317 | 508 | 40 |

Cada capítulo incluye cuadros, figuras y estudios de caso que ayudan al lector a tener una comprensión integral e ilustrada del contenido de la obra. Los anexos incorporados en el CD que acompaña al Estudio permiten complementar el conocimiento, proporcionando información técnica y científica a detalle.

Para la elaboración de esta obra se utilizaron 9 612 533 registros del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB) de la CONABIO. Sin embargo, la principal fuente de información fue el conjunto de datos recabados por los investigadores de las diferentes instituciones que colaboraron en la presente obra. Se contabilizan 6 084 especies pertenecientes a diversos grupos biológicos (cuadros 3 y 4).

Todos los registros aportados fueron revisados por la Subcoordinación de Catálogos de Autoridades Taxonómicas de la CONABIO, con la finalidad de validar o actualizar las nomenclaturas utilizadas y confirmar la presencia de las especies en la entidad.

Cuadro 4. Número de especies para los grupos de organismos registrados en Colima. Fuente: diversas, señaladas en los textos correspondientes a esta obra.

| Grupo | Especies |
|---|---|
| Hongos | 77 |
| Pteridofitas | 110 |
| Gimnospermas y Angiospermas | 2 236 |
| Otros invertebrados | 1 077 |
| Arácnidos | 52 |
| Insectos | 1 237 |
| Peces | 504 |
| Anfibios | 35 |
| Reptiles | 117 |
| Aves | 508 |
| Mamíferos | 131 |
| Total | 6 084 |

Por último, es importante señalar que *La Biodiversidad en Colima: Estudio de Estado*, presenta por primera vez un diagnóstico completo y actualizado del patrimonio biológico del estado. Se trata de un documento que sentará las bases

para el diseño de las acciones y estrategias que aseguren la conservación y el uso racional y sostenido de la diversidad biológica, ello a través del desarrollo de una segunda fase: la Estrategia Estatal para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Colima (ECUBE-COL).

## Referencias


Álvarez-Castillo, M., T. Román-Guzmán, *et al.* 2004. *Diagnóstico de los bosques en el estado de Colima*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Colima.

CDB. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1992. En: <*http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-un-es.pdf*>, última consulta: 4 de septiembre de 2015.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. *La Diversidad Biológica de México: Estudio de País*. CONABIO. México.

———. 2000. *Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México*. CONABIO. México.

———. 2006. Capital natural y bienestar social. CONABIO. México.

CONABIO y SEMARNAT. 2009. *Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Biológica* (CDB), CONABIO/SEMARNAT. México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. XIV Censo General de Población y Vivienda 2010. Resumen Colima. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/col/default.aspx?tema=me&e=06*>, última consulta: 4 de septiembre de 2015.

MEA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

Mittermeier, R., C. Goettsch y P. Robles Gil. 1997. *Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del Mundo*. CEMEX. México.

SCDB. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2010. Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal.

SEMARNAT-INE. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología. 2009. México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México.

Sarukhán, J., *et al.* 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO. México.

Toledo, V.M. 1997. La diversidad ecológica de México. En: *El patrimonio nacional de México. Vol. 1*. Florescano, E. (ed.). Fondo de Cultura Económica, México, pp. 111-138.

Toledo, V.M. y M.J. Ordóñez 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. En: *Diversidad biológica de México; orígenes y distribución*. T. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, pp. 739-757.

UNEP/CBD/COP/7/20/Add.3. 4 December 2003. Implementation of the strategic plan: evaluation of progress. Towards the 2010 biodiversity target: development of specific Targets, indicators and a reporting framework. En: <*http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-07/official/cop-07-20-add3-en.pdf*>, última consulta: 4 de septiembre de 2015.

# S1

## MEDIO FÍSICO

Vista aérea del volcán de Colima. Autor: MattiPaavola,
bajo licencia Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported, 2008.



# Resumen ejecutivo

Oscar Báez-Montes

Los procesos geológicos e históricos recientes han moldeado el territorio del estado generado las condiciones para sus componentes biológicos actuales. Colima significa "lugar donde domina el dios del fuego", en alusión a los volcanes que circundan el paisaje. En esta sección se describen los elementos físicos que conforman ese paisaje.

Ocupa una extensión territorial aproximada de 5 542.74 km$^2$, que corresponde a 0.3% del territorio nacional; cuenta con un litoral de aproximadamente 140 km de longitud en el océano Pacífico; forma parte de las provincias fisiográficas Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur.

Derivado de la conjunción de elementos físicos se diferencian dos sectores principales: el oriental y el occidental. El primero presenta condiciones topográficas suaves, ya que en mayor proporción se conforma por llanuras y valles, mientras que en su porción occidental dos terceras partes las constituyen lomeríos y sierras.

Por su posición colindante con el océano Pacífico el clima predominante es cálido subhúmedo, presente en la zona costera y en el valle de Tecomán; sin embargo, éste cambia a un clima semiseco, eso en la transición de la llanura costera hacia la sierra, donde disminuye la temperatura al alcanzar mayores altitudes en el volcán de Colima, generando un clima

Báez-Montes, O. 2016. Resumen ejecutivo de Medio físico. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 23-24.

templado. La precipitación media anual es cercana a los 1 000 mm, con temperaturas promedio de 26 °C.

Se presentan siete órdenes de suelos, de los cuales los inceptisoles, molisoles, vertisoles y entisoles resultan de mayor importancia, social y económica, por ubicarse en zonas de uso agrícola, así como en regiones relevantes por su cobertura vegetal y topografía. Además, existen gran variedad de yacimientos minerales, tanto metálicos como no metálicos, por lo que Colima es el segundo productor de hierro en México; otros minerales no metálicos como calizas, yesos, sales y dolomitas son también atractivos.

En esta entidad confluyen dos regiones hidrológicas: Costa de Jalisco y Armería-Coahuayana. A nivel de cuenca se presentan tres cuencas: río Armería, la más grande en extensión; la cuenca del río Coahuayana y la del río Chacala-Purificación. Los principales cuerpos de agua están formados por las lagunas de Cuyutlán, Alcuzahue y Amela, y de los esteros Potrero Grande, Tecuanillo y Boca de Pascuales.

Así mismo, diversos manantiales localizados en la sierra del volcán de Colima dan origen a los escurrimientos de los ríos Armería y Coahuayana, y varios de sus afluentes.

La dinámica hidrológica de los sistemas costeros es determinada por corrientes, marea y vientos, lo que influye en factores esenciales como la disponibilidad de nutrimentos; aquí se presenta información de bahía de Manzanillo y laguna de Cuyutlán, dos de los principales cuerpos de agua de la zona costera. La explotación de acuíferos para actividades antropogénicas ha modificado esa dinámica, derivado de actividades agrícolas en zonas de llanura; en la costa los acuíferos aportaban escurrimientos freáticos al mar, a lo largo del litoral, formando una barrera hidráulica que mantenía a la masa de agua marina en equilibrio.

Aquí se describen los rasgos físicos del estado, así como la ubicación e historia del archipiélago de Revillagigedo, un grupo de islas con importancia biológica por su diversidad marina y terrestre. Además, se incluye una revisión de los riesgos naturales dentro del contexto del medio físico que circunscribe a Colima, revisando fenómenos geológicos como la actividad sísmica y el vulcanismo; meteorológicos como ciclones, inundaciones, y los derivados de actividades antropogénicas.

# Fisiografía y geología

Juan J. Ramírez-Ruiz

Mauricio Bretón-González

Colima se localiza en la parte media de la costa sur del océano Pacífico, en el occidente de la república mexicana, entre los meridianos 103° 29′ 20” y 104° 41’ 42” de longitud O y entre los paralelos 18° 41’ 12” y 19° 31’ 00” de latitud N, siendo su forma semejante a un triángulo escaleno. Su nombre es de origen náhuatl y significa “lugar donde domina el dios del fuego”.

Ocupa una extensión territorial de 5 542.74 km$^2$, con un litoral de aproximadamente 140 km de longitud (INEGI 2010). El área estatal corresponde aproximadamente a 0.3% del territorio nacional. Sus límites son el estado de Jalisco al oeste y noreste, el estado de Michoacán al este y el océano Pacífico al sur. Cuenta con una población de 650 555 habitantes (INEGI 2010), distribuidos en 1 273 localidades y concentrados en 10 municipios: Colima, Manzanillo, Tecomán, Villa de Álvarez, Armería, Cuauhtémoc, Comala, Coquimatlán, Minatitlán e Ixtlahuacán (figura 1).

La fisiografía del estado está comprendida por dos provincias: la del Eje Neovolcánico, actualmente Faja Volcánica Transmexicana, y la de la Sierra Madre del Sur (cuadro 1) (SPP 1981, CNA 1991, Velasco-Herrera 2005). Estas grandes sierras están constituidas principalmente por un enorme cuerpo de granito intrusivo (batolito) acompañado de rocas metamórficas de esquistos y calizas que se sitúan en la parte montañosa occidental de la región (Arriaga *et al.* 2000, Celis-Ortega 2004).

Ramírez-Ruiz, J.J. y M. Bretón-González. 2016. Fisiografía y geología. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 25-31.

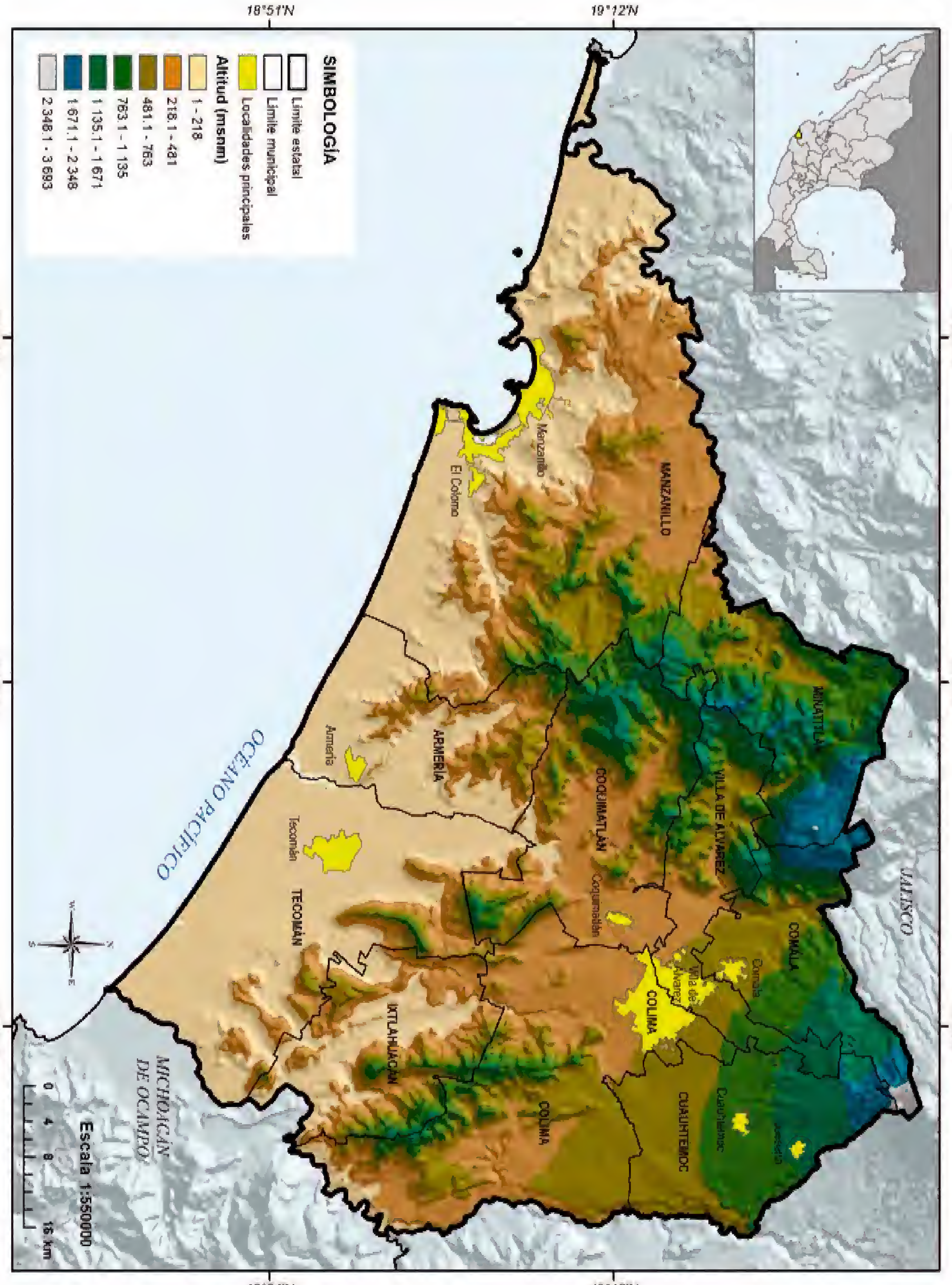



Figura 1. Localización y sus 10 municipios. Fuente: modificado de Velasco-Herrera 2005.

Los litorales colimenses presentan llanuras con influencia tanto continental como marina, lo que propicia la formación de llanuras con lagunas de litoral, como en el caso de Tecomán y Cuyutlán. La línea de la costa es bastante recta, se extiende al oeste en la delgada barra que encierra a la laguna de Cuyutlán y que limita en su extremo oriental a la amplia bahía de Manzanillo. Al occidente de dicha bahía hay otra pequeña llanura con rasgos deltaicos del río Marabasco (llanura del río Marabasco). Las cinco estructuras fisiográficas más importantes del estado son: sierras, llanuras, valles, lomeríos y mesetas (figura 2).

Aproximadamente 90% de la población del estado se asienta sobre llanuras y valles que constituyen 38% de la extensión territorial, mientras que 10% restante se encuentra distribuida en 72% del territorio, el cual está constituido por sierras, lomeríos y mesetas (SEDESOL 2003, Velasco-Herrera 2005).

La estructura orográfica del estado permite diferenciar dos sectores principales: el oriental y el occidental. El sector oriental presenta condiciones topográficas relativamente más suaves, ya que casi 46.7% de su territorio se conforma por llanuras y valles, 16.8% por lomeríos con pendientes suaves y 30% por pendientes abruptas que caracterizan a las sierras. Por otra parte, el sector poniente del estado está constituido por aproximadamente 76% de lomeríos y sierras y, sólo 24% corresponde a llanuras, valles y mesetas (Campos-Chávez 2009).

Geológicamente el estado presenta un mosaico litológico de rocas vulcano-sedimentarias pertenecientes al cretácico inferior y medio (Rodríguez-Elizarraraz 1995), así como rocas sedimentarias del cretácico medio y superior (Pantoja-Alor y Caballero 2003). Afloran también en diferentes entidades rocas volcánicas del terciario y cuaternario, así como rocas plutónicas del mesozoico y paleozoico (Vélez 1990).

**Cuadro 1.** Provincias y subprovincias. Fuente: CNA 1991, SPP 1981, Arriaga *et al.* 2000 y Celis-Ortega 2004.

| Provincia | Subprovincia | Superficie estatal (%) | Municipios |
|---|---|---|---|
| Faja Volcánica Transmexicana | Volcanes de Colima | 16.03 | Comala, Villa de Álvarez, Colima, una pequeña parte de Coquimatlán y parte de Cuauhtémoc, en las estribaciones del volcán de Colima. |
| Sierra Madre del Sur | Sierras de las costas de Jalisco y Colima | 62.51 | Armería, Manzanillo, Minatitlán y parte de Comala, Coquimatlán, Tecomán y Villa de Álvarez. |

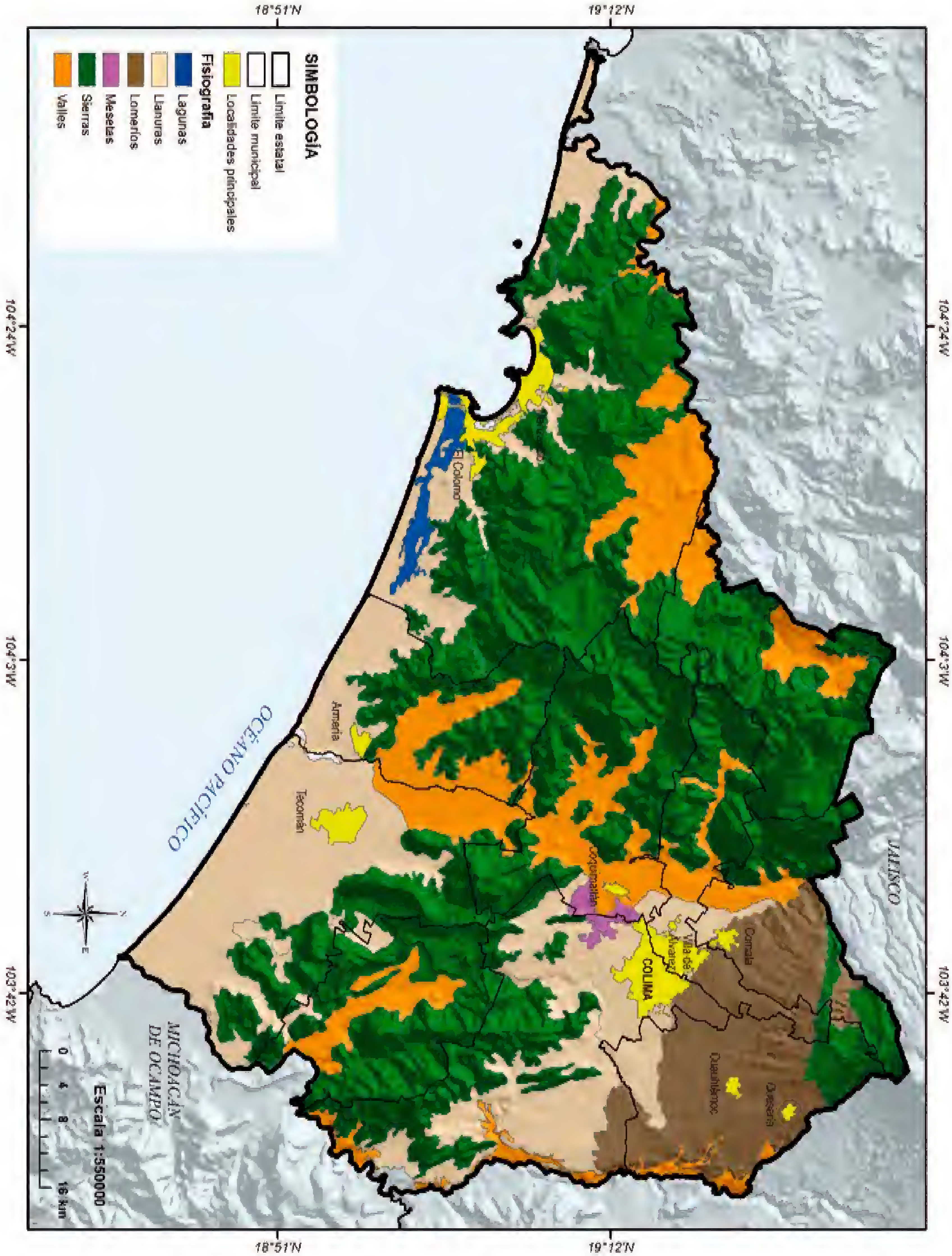



**Figura 2.** Fisiografía. Fuente: Campos-Chávez 2009.

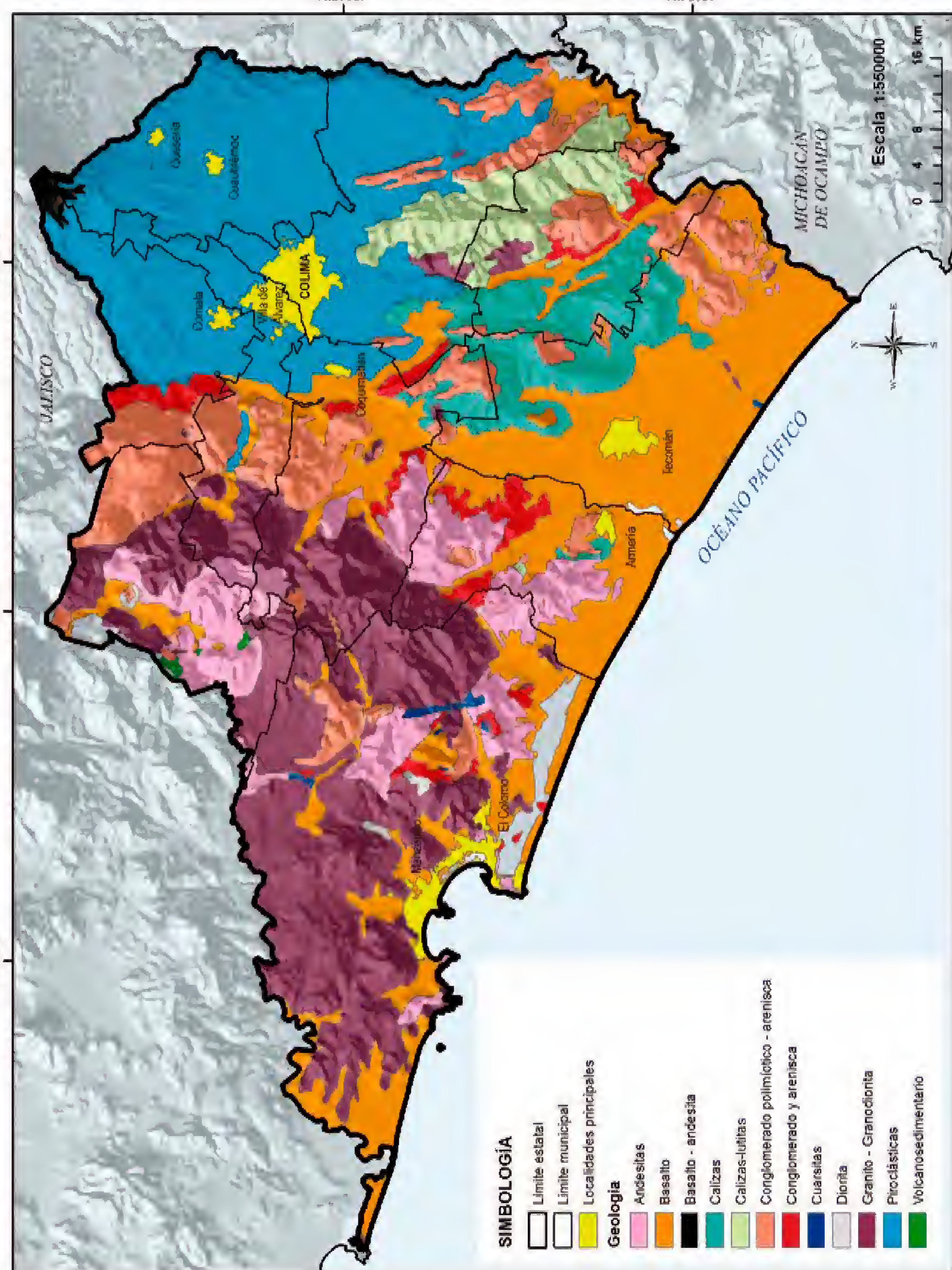



FIGURA 3. Afloramiento de los diferentes tipos de rocas. Fuente: modificado de Campos-Chávez 2009.

Las rocas más antiguas que se encuentran en el estado son del tipo metamórficas del paleozoico, identificadas como gneises de biotita y moscovita, las cuales afloran en la región occidental (figura 3). En la misma región oeste se encuentran rocas plutónicas provenientes del batolito Manzanillo-Puerto Vallarta, predominando en sierras y superficies irregulares.

La región norte del estado está cubierta principalmente por rocas piroclásticas emitidas por el complejo volcánico, mientras que la región oriental presenta una litología de calizas y depósitos terciarios y cuaternarios provenientes de basaltos (Mooser 1961, Guerrero 1984, Stoopes y Sheridan 1992). Tectónicamente el estado está determinado por el proceso de subducción de la Placa de Cocos, debajo de la Placa de Norteamérica, generando zonas de extensión como el graben de Colima, y zonas de compresión como la región costera paralela a la trinchera oceánica, lo cual origina regiones de alta sismicidad (Vélez 1990, Robin *et al.* 1991). El complejo volcánico de Colima contiene al volcán de Colima, que se caracteriza por ser el más activo del país y se localiza al norte de la entidad marcando la morfología que prevalece actualmente.

En el estado existen gran variedad de yacimientos minerales, tanto metálicos como no metálicos, producto de estos procesos geológicos (Sergio 1988, Munguía 1989). Dichos yacimientos se encuentran diseminados en todo el estado, encajonados en una gran variedad de rocas y edades que van del cretácico al terciario; aunque 90% de la mineralización se encuentra en rocas de edad cretácica. Las variedades principales de yacimientos minerales metálicos consisten en depósitos de hierro formados por fenómenos vulcanogénicos, metasomatismo de contacto, segregación o inyección magmática y vetas.

Colima es el segundo productor de hierro en México y tiene importantes reservas aún por explotar. Los minerales no metálicos son de gran importancia, en ocasiones con más rentabilidad que los metálicos, siendo los más atractivos las calizas, yesos, sales y dolomitas (Cárdenas y Rodríguez 1994).

## Conclusiones

La gran variedad de paisajes formados entre las provincias fisiográficas de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur generan condiciones propicias para el establecimiento de diferentes ecosistemas y con ello una mayor biodiversidad, es por ello que la relación entre la fisiografía y los recursos minerales del estado están estrechamente relacionados con la conservación de las distintas especies de la entidad.

## Referencias

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, *et al.* 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México. En: <*http://www.conabio.gob.mx*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

Campos-Chávez, A. 2009. *Identificación y zonificación de peligros y riesgos naturales y antropogénicos en los municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán.* Tesis de maestría. Universidad de Colima (UCOL), México.

Cárdenas Vargas, J. y E. Rodríguez Medina. 1994. *Monografía geológico-minera del estado de Colima*. Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Subsecretaría de Minas (SEMIP). México.

Celis-Ortega, M. 2004. *Evaluación del riesgo volcánico y del medio geográfico en la zona del Volcán de Fuego de Colima y su aplicación al turismo alternativo*. Tesis de maestría en ciencias de la tierra. UCOL. México.

CNA. Comisión Nacional del Agua. 1991. *Geohidrología y zonas áridas*. Gerencia en el estado de Colima.

Guerrero, C.A. 1984. *Estudio geológico del cuadrángulo de Colima, México*. Tesis de licenciatura en ingeniería geólogica. Facultad de Ingeniería. UNAM.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. XIV Censo General de Población y Vivienda 2010. En: <*http://www.inegi.org.mx/*>, última consulta: 20 de marzo de 2013.

Mooser, F. 1961. Los Volcanes de Colima. *Boletín del Instituto Geológico de México* 61:49-71.

Munguía, R. 1989. *Informe geológico potencial de los recursos minerales del estado de Colima*. Consejo de Recursos Minerales. Zona Centro.

Pantoja-Alor, J. y J.A. Gómez-Caballero. 2003. Geologic features and biostratigraphy of the Cretaceous of southwestern México (Guerrero Terrane). En: *Geologic transects across Cordilleran Mexico*. M. Alcayde y A. Gómez-Caballero (eds.). Gudebook for the field trips of te 99th Geological Society of America Cordilleran Section Annual Meeting, Puerto Vallarta, Jalisco, México, April 4-7, 2003, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Geología, Special Paper, 1:229-260.

Robin, C., G. Camus y A. Gorgaud. 1991. Eruptive and magnetic cycles at Fuego de Colima Volcano (México). *Journal of Volcanology and Geothermal. Research* 45:209-225.

Rodríguez-Elizarraraz, S.R. 1995. Consideraciones preliminares sobre riesgo en el volcán de Colima, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 12(1):47-51.

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social. 2003. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT). Secretaría de Gobierno del Estado de Colima. Colima, México.

Sergio, M. 1988. *Estudio geológico del área de Colima y sus posibilidades petroleras*. Tesis de licenciatura. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura. Instituto Politécnico Nacional (IPN). México.

SPP. Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Síntesis Geográfica de Colima: Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México.

Stoopes, G.R. y M.F. Sheridan. 1992. Giant debris avalanches from the Colima volcanic complex, Mexico: implications for long-ronout landslides (<100 km) and hazard assesement. *Geology* 20:299-302.

Velasco-Herrera, J. 2005. *Cuantificación y análisis de la erosión hídrica en el estado de Colima, mediante técnicas de percepción remota y SIG*. Tesis de maestría. UCOL, México.

Vélez, S. 1990. Evolución tectónica-sedimentaria de México. Involucrando al estado de Colima. Tesis de licenciatura. UNAM, México.

# Descripción de los suelos

Octavio Pérez-Zamora
Isaac Vizcaíno-Vargas

La formación del suelo es resultado de la interacción de cinco factores: el material parental (roca), el clima, los seres vivos, la topografía y el tiempo (Jenny *et al.* 1948); sin embargo, aunado a estos factores en los últimos 60 años la actividad humana ha promovido la transformación (degradación) de los suelos, con la consecuente destrucción de los ecosistemas. Cabe hacer mención que las pérdidas de suelo contribuyen al calentamiento global, debido a que el carbono atrapado en el suelo escapa a la atmósfera (Pérez 2004).

El material parental, como factor de formación, contribuye de manera significativa en la génesis de los suelos debido a la confluencia de diferentes sistemas montañosos, así como al efecto de la interacción con la biota. Por su parte, el clima contrastante en las diversas regiones de Colima contribuye a que existan gran diversidad de suelos.

Los órdenes del suelo ponen de manifiesto el proceso dominante que determina su génesis y desarrollo; por ejemplo, la acumulación de arcilla o la pérdida o lixiviación de bases (Kamp y Schwertmann 1983, Soil Survey Staff 1999); por otra parte, los regímenes de humedad y la variación o continuidad de la temperatura del suelo, durante la mayor parte del año, determinan los efectos sobre sus características internas e influyen en el proceso de mayor control de la génesis del suelo (Papadakis 1963). Por ejemplo, la humedad incluye a los regímenes údico, ústico, arídico, entre



Pérez-Zamora, O. e I. Vizcaíno-Vargas. 2016. Descripción de los suelos. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 32-43.

otros; mientras que la temperatura ambiental puede ser tropical, tórrica, térmica, etcétera (Soil Survey Staff 1999).

En Colima podemos encontrar siete de los 12 órdenes existentes a nivel mundial: inceptisoles, molisoles, vertisoles, entisoles, alfisoles, andisoles y ultisoles, según el sistema de clasificación taxonómico de los Estados Unidos (Soil Survey Staff 1999). No obstante esta diversidad, la mayoría de las características de los suelos son similares o iguales a las observadas en otros estados de la república y pueden predecirse e interpretarse por la génesis y teorías ya conocidas en la ciencia del suelo (Porter 1972, Rey 1985).

Las propiedades del suelo son combinaciones o "ensamblajes" de sus características, las cuales se consideran indicativas de sus procesos de formación, tanto presentes como pasados. Con base en ese arreglo de componentes y propiedades es posible obtener clasificaciones científicas e integrales (Soil Survey Staff 1999).

Debe reconocerse, sin embargo, que la clasificación e inventario de suelos en la entidad están fragmentados e incompletos, por lo que es necesario hacer extrapolaciones y establecer la relación entre las propiedades del suelo y los sistemas de producción. Esto se puede realizar mediante el empleo del sistema de clasificación taxonómico de los Estados Unidos, relacionándolos al mismo tiempo con su equivalente aproximado de la Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO, por sus siglas en inglés) y la provincia fisiográfica donde se ubican.

En Colima los órdenes de suelos de mayor importancia social y económica son: inceptisoles (regosoles y leptosoles), molisoles (feozem y rendzina), vertisoles y entisoles (fluvents y psamments). La importancia de algunos radica en los procesos que les dan origen, ya que algunas veces implican riesgos para la población, siendo la formación de andisoles (andosol) uno de los más importantes en esta categoría por derivarse de cenizas volcánicas (Martini 1970, Pastrana 1983, Pérez 1987).

Entre los principales riesgos derivados en la zona de andisoles están los daños a la salud visual y pulmonar, contaminación de aguas superficiales, así como estrés postraumático ante la erupción volcánica; también existe la posibilidad de daños a obras hidráulicas, urbanas, carreteras, daño mecánico a cultivos, bosques, pastizales y, de manera eventual, deslaves y potenciales lahares. Finalmente, en menor superficie pero de valor por su potencial agrícola se encuentran los alfisoles (luvisoles y alisoles) y los ultisoles (acrisoles).

Con fines de ubicación de las unidades terrestres, la figura 1 muestra las unidades de suelo, según la FAO. Afortunadamente en Colima los suelos están caracterizados a un nivel de clasificación más detallada (Pérez 2004), lo cual permite hacer inferencias para la transferencia de tecnología relacionada con usos agrícola, pecuario, forestal, industrial, de vivienda, disposición de materiales tóxicos, construcción de carreteras y otros fines de planeación.

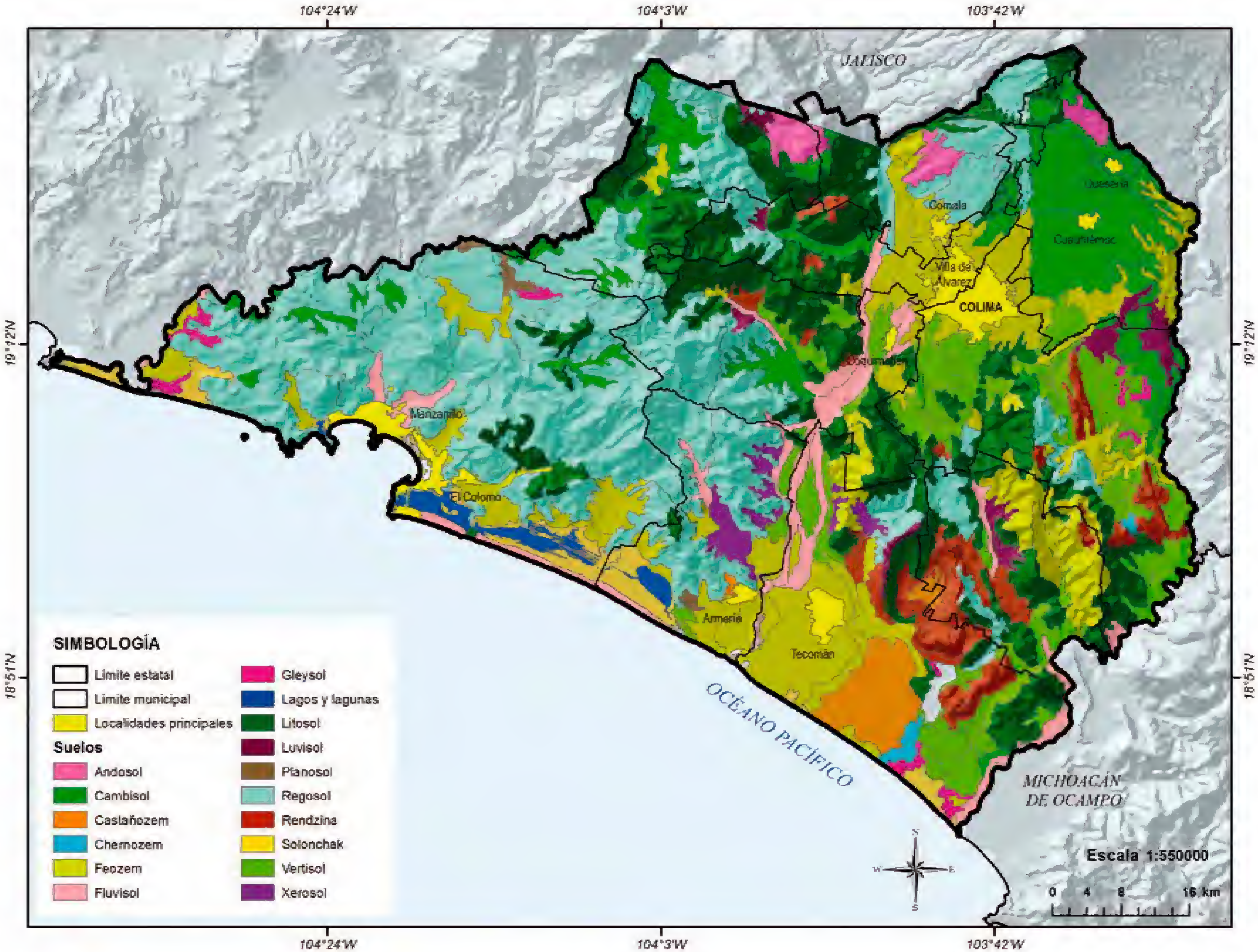



**Figura 1.** Unidades de suelo fao/unesco. Fuente: elaboración propia con información de Vizcaíno *et al.* 2006.

## 1. Inceptisoles

Son suelos minerales en los cuales los horizontes han comenzado a desarrollarse, se ubican en superficies jóvenes pero no tan recientes. Los inceptisoles observados en la entidad corresponden a los subórdenes ochrepts y umbrept; sin embargo, existen áreas localizadas con suelos aquepts (gleysoles dístricos) en las cercanías a la costa del océano Pacífico.

**1.1. Eutrochrepts.** Este es el suborden más extendido de los inceptisoles en el estado y se relacionan con cambisoles ócricos, según la clasificación de la FAO/UNESCO. Son suelos bien drenados con acumulación de materia orgánica, tienen un horizonte superficial duro y masivo cuando el suelo se seca, particularmente después de cultivarse. Los eutrochrepts se localizan en la gran sierra compleja de los Volcanes de Colima, la sierra de cumbres tendidas, valles intermontanos, valles intermontanos con lomeríos, valles ramificados, llanura costera con laguna costera de la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima; así como en la sierra de cumbres tendidas de la subprovincia de la Cordillera del Sur (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Ubicación geográfica y municipal de los principales tipos de suelos. Fuente: elaboración propia con información de Vizcaíno *et al.* 2006.

| Provincia geográfica | Subprovincia | Orden Taxonomía EU | Unidad FAO/UNESCO | Municipio |
|---|---|---|---|---|
| Eje Neovolcánico | Volcanes de Colima | Andisoles | Andosoles | Cuauhtémoc, Comala |
| | | Inceptisoles | Regosoles<br>Leptosoles<br>Cambisoles | Cuauhtémoc, Comala, Coquimatlán, Villa de Álvarez |
| | | Vertisoles | Vertisoles | Colima, Cuauhtémoc, Coquimatlán |
| | | Entisoles | Fluvents | Colima, Cuauhtémoc, Comala |
| | | Alfisoles | Luvisoles<br>Cambisoles ferrálicos | Coquimatlán, Villa de Álvarez, Colima |
| Sierra Madre del Sur | Sierras de la Costa de Jalisco y Colima | Ultisoles | Ultisoles | Minatitlán, Manzanillo |
| | | Inceptisoles | Regosoles<br>Leptosoles<br>Solonetz | Manzanillo, Colima, Coquimatlán, Minatitlán, Tecomán, Armería |

Cuadro 1, continúa

| Provincia geográfica | Subprovincia | Orden Taxonomía EU | Unidad FAO/UNESCO | Municipio |
|---|---|---|---|---|
| | | Vertisoles | Vertisoles | Manzanillo, Colima, Coquimatlán |
| | | Molisoles | Feozems<br>Rendzina<br>Chernozem | Manzanillo, Minatitlán, Colima, Coquimatlán, Minatitlán, Armería, Villa de Álvarez, Tecomán |
| | | Entisoles | Fluvents | Manzanillo, Armería, Colima, Coquimatlán, Villa de Álvarez |
| | | Alfisoles | Luvisoles<br>Cambisoles ferrálicos | Manzanillo, Minatitlán, Coquimatlán, Colima |
| | Cordillera Costera del Sur | Molisoles | Feozem<br>Rendzina<br>Kastañozems<br>Chernozemes | Tecomán, Coquimatlán, Ixtlahuacán, Colima, Colima |
| | | Alfisoles | Luvisoles, Cambisoles ferrálicos y lúvicos | Tecomán, Coquimatlán, Colima |
| | | Inceptisoles | Arenosoles<br>Leptosoles<br>Regosoles<br>Gleysoles<br>Cambisoles | Tecomán, Colima, Coquimatlán |
| | | Vertisoles | Vertisoles | Tecomán, Colima, Ixtlahuacán |
| | | Entisoles | Fluvents | Tecomán, Colima, Coquimatlán, Ixtlahuacán |

**1.2. Umbrepts.** Este suborden comprende inceptisoles con horizonte superficial oscuro (cambisoles dístricos), con saturación de bases menor de 50%, característica esencial que los separa de los molisoles que tienen una saturación de bases mayor del 50%. En general esta clase de suelos se localiza en la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima, ocupando posiciones geomórficas de laderas, cerril y con alto riesgo de erosión si es desprovisto de la vegetación natural.

## 2. Molisoles

Los molisoles son suelos formados principalmente bajo vegetación de pastos. Poseen un horizonte superficial grueso y un porcentaje de saturación de bases mayor de 50%. En este grupo se encuentran tres subórdenes: udolls, aquolls y ustolls (cuadro 1).

**2.1. Udolls.** Este suborden se encuentra representado por tres grandes grupos: rendolls, vermudolls y hapludolls. En virtud de que esta clase de suelos tiene gran valor para la agricultura en la entidad, se tratará en detalle cada uno de los grandes grupos.

**2.1.1. Rendolls.** Se relacionan con las rendzinas de la clasificación FAO/UNESCO, palabra que proviene del polaco *rzedic* (ruido), connotativa al ruido producido por el arado al labrar suelos poco profundos. Tienen un horizonte superficial rico en materia orgánica que descansa sobre material calcáreo. Las limitantes se relacionan con la abundancia de carbonatos de calcio libre en equilibrio con el ambiente y un pH aproximadamente de 8.2. En este nivel de pH varios elementos menores se encuentran ligados en formas no disponibles, principalmente el zinc (Zn), el manganeso (Mn) y el hierro (Fe). La baja disponibilidad de fósforo (P) es el resultado de un exceso de calcio (Ca). Estos suelos se localizan en la sierra de laderas tendidas y el gran llano de las subprovincias de los Volcanes de Colima; también se encuentran en la gran sierra compleja, sierra de cumbres tendidas, sierra baja compleja, sierra baja, valle ramificado y llanura costera con laguna costera de la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima y, dentro de la subprovincia de la Cordillera del sur, en la sierra de cumbres tendidas, valle ramificado y llanura de piso rocoso (Rey 1985, 1987, 1988).

**2.1.2. Vermudolls y hapludolls.** Únicamente los vermudolls calcáreos se correlacionan con los feozem calcáricos. Son suelos que han sido intensamente mezclados por lombrices de tierra y sus depredadores. Se localizan en lomeríos suaves con cañada, meseta lávica y el gran llano, dentro de la subprovincia de los Volcanes de Colima; también se encuentran en la gran sierra compleja, valle intermontano, valle ramificado, llanura costera con laguna costera, dentro de la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima, y finalmente en la sierra de cumbres tendidas dentro de la subprovincia Cordillera del Sur. Por su parte, los hapludolls se relacionan con los feozem háplicos de la clasificación FAO/UNESCO, los cuales son suelos que no tienen horizonte argílico (Martini 1969). El término feozem proviene del griego *phaios*: polvoso, y del ruso *zemlja*: terroso. Son suelos de las regiones húmedas y de las praderas, tienen una fuerte acumulación de materia orgánica en el horizonte superficial, un estatus de medio a alto en lo que a bases se refiere y muestran lixiviación del carbonato de calcio (Soil Survey Staff 1999). Estos suelos son los más fértiles del mundo y no muestran limitaciones para la producción de los cultivos; sin embargo, en grupos con drenaje pobre puede presentarse toxicidad por molibdeno (Mo) (Pérez 1981). A los hapludolls se les encuentra en sierra de laderas tendidas, lomerío suave con cañada, valle de laderas escarpadas, meseta lávica y en el gran llano dentro de la subprovincia de los Volcanes de Colima (Rey 1987); también se observan en la gran sierra compleja, sierra de cumbres tendidas, sierra baja compleja, sierra baja, valle intermontano, valle intermon-

tano con lomeríos, valle ramificado, llanura costera con delta y llanura costera con laguna costera, dentro de la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima, así como en la sierra de cumbres tendidas, lomerío y valle ramificado dentro de la subprovincia de la Cordillera del Sur. Una superficie considerable de argiudolls (feozem lúvico) se encuentran en el valle ramificado de la Cordillera del Sur (Pérez 2004, Vizcaíno *et al.* 2006).

**2.2. Aquolls.** Este suborden agrupa suelos con drenaje pobre, ya que presentan moteados en el horizonte superficial y un horizonte argílico, argiaquolls. Se relacionan con los chernozem cálcicos de FAO/UNESCO. Se localizan en la llanura costera con laguna costera de la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima. Estos argiaquolls (gleysol mólico, feozem gleyco y chernozem cálcico) se encuentran en el valle ramificado y llanura de piso rocoso dentro de la Cordillera del Sur (SPP 1981, Pérez 2004, Vizcaíno *et al.* 2006).

**2.3. Ustolls.** Los argiustolls son el gran grupo de suelos predominantes en el estado, los cuales se relacionan con los castañozem lúvicos de FAO/UNESCO; la palabra castañozem proviene del latín *castaneo*: café y del ruso *zemlja*: terroso (Soil Survey Staff 1999). Son suelos de estepa semiárida que muestran la acumulación de materia orgánica en el horizonte superficial, con alto estatus de bases y frecuentemente son calcáreos en todo el perfil. Los castañozem muestran baja disponibilidad de fósforo (P) aprovechable debido al alto contenido de carbonato de calcio. Son comunes las deficiencias de manganeso (Mn) y la inmovilización de cobre (Cu) y zinc (Zn). Una gran parte de los castañozem lúvicos son alcalinos y muestran altos contenidos de sodio (Na) en el subsuelo, lo que puede conducir a toxicidad por este elemento y deficiencia de calcio (Ca). Se encuentran en la llanura costera y laguna costera dentro de la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima; también se les encuentra en el valle ramificado y en la llanura de piso rocoso dentro de la subprovincia de la Cordillera del Sur (SPP 1981, Rey 1985, Pérez 2004).

## 3. Vertisoles

El origen de la palabra vertisol proviene del latín *verto*, que significa voltear, invertir. Son suelos derivados de arcillas expandibles que muestran grietas profundas y revierten los materiales superficiales a dicha grietas. Las limitantes principales de esta clase de suelo se relacionan con su régimen hídrico caracterizado por un rango muy estrecho entre el exceso y déficit de humedad. La saturación de bases de los vertisoles es alta. Los cationes prevalecientes en el complejo de adsorción son el calcio (Ca) y el magnesio (Mg). En los vertisoles con pH alto la disponibilidad de fósforo (P) es generalmente baja; también la escasez de nitrógeno (N) puede ocurrir como resultado de un drenaje superficial pobre y bajo contenido de materia orgánica (Pérez 1985).

Estos suelos se localizan en las partes bajas del paisaje, en lomerío suave con cañada, valles de laderas escarpadas, meseta lávica y el gran llano, dentro de la subprovincia de los Volcanes de Colima; también se les encuentra en el valle intermontano con lomeríos, valle ramificado y llanura costera con laguna costera, dentro de las

sierras de Jalisco y Colima, así como en la sierra de cumbres tendidas y lomeríos (parte baja), en valles ramificados y llanuras de piso rocoso, dentro de la subprovincia de la Cordillera del Sur (cuadro 1).

## 4. Andisoles

Los andisoles presentes en la entidad son suelos derivados de cenizas volcánicas del volcán de Colima, y ocupan 1% de la superficie de la entidad. Vitrands y ustrands son los subórdenes de suelo encontrados en el estado (Kamp y Schwertmann 1983, Pastrana 1983, Pérez 1987).

Los suelos vitrands y ustrands se localizan en la cercanía de volcanes activos, como el de Colima, y son andisoles más o menos bien drenados que tienen baja densidad aparente, con cantidades apreciables de alófano y con una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC). Los vitrands de Colima se han derivado principalmente de cenizas volcánicas que contienen materiales vítricos, los cuales se intemperizan rápidamente bajo las condiciones húmedas que prevalecen en el norte del estado. Algunos de estos vitrands son de la edad del pleistoceno o del holoceno reciente (Pastrana 1983, Pérez 1987), por lo que contienen sólo trazas de vidrio.

Los principales grandes grupos de andisoles son los dysustrands y los eutrovitrands. Los primeros tienen alto contenido de carbono y se desarrollan en clima húmedo con estación seca que impide que la fracción amorfa cambie, irreversiblemente, al secarse los agregados del tamaño de las gravas; los minerales se han intemperizado a tal grado que no existen muchos minerales vítricos. Estos fueron clasificados originalmente como suelos de ando. Por su parte, los eutrovitrands tienen mayores cantidades de ceniza vítrica y los suelos son de textura franco-arenosa, o bien de arenas francas. Comúnmente aparentan ser gravosos, pero la retención de humedad es mayor que la esperada para dicha clase de textura (cuadro 1).

## 5. Entisoles

Los entisoles son suelos minerales jóvenes que no poseen horizontes de diagnóstico. En el estado existen tres subórdenes: psaments, fluvents y aquents (cuadro 1).

**5.1. Psaments.** Estos suelos se relacionan con los arenosoles y con los regosoles de FAO/UNESCO. Los suelos muestran una diferenciación de horizontes muy débil y se originan de arena, en su mayor proporción cuarzo. Las limitaciones para la producción se relacionan con la pobreza de elementos nutritivos y con una insatisfactoria capacidad de retención de humedad y de intercambio catiónico, así como por la deficiencia de elementos menores (Zn, Mn, Cu, Fe) ligados a la arcilla o a la materia orgánica.

Esta clase de suelos se localiza en todas las subprovincias del estado: en la subprovincia de los Volcanes de Colima, en las topoformas de gran sierra compleja, sierra de laderas tendidas, lomerío suave con cañada y en el gran llano. En la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima se localizan en la sierra de cumbres tendidas, la gran sierra compleja, sierra baja con lomeríos y sierras bajas. En la Cordillera del Sur se localizan en sierras bajas complejas, valles

intermontanos con lomeríos, valle ramificado y llanura costera; así como en sierra de cumbres tendidas de la Cordillera del Sur. Los grandes grupos de suelos presentes son tropopsaments (regosoles éutricos) y udipsaments (regosoles dístricos) (Pérez 2004).

**5.2. Fluvents.** Se relacionan con los fluvisoles éutricos, dístricos y calcáricos, y provienen del latín *fluvius*, que significa río. Los fluvents son suelos desarrollados en depósitos aluviales en llanuras de inundación. La gran variación de estos suelos se debe a la amplia diversidad de los materiales de los cuales se derivan, en consecuencia no es fácil hacer generalizaciones sobre las limitantes para la producción de estos suelos. Se localizan en todas las subprovincias fisiográficas del estado: dentro de las subprovincias de los Volcanes de Colima y de las Sierras de Jalisco y Colima, en sistemas topomórficos de la gran sierra compleja, en lomeríos suaves con cañada y en el gran llano; en valle intermontano, valle intermontano con lomeríos, valle ramificado, llanura costera con delta y llanura costera con laguna costera, y en la sierra de cumbres tendidas, dentro de la Cordillera del Sur. Los principales grandes grupos de suelos que se encuentran en Colima son torrifluvents, udifluvents y ustifluvents (Rey 1985, 1987, 1988, Pérez 2004).

**5.3. Aquents.** Son suelos jóvenes localizados en los deltas de los ríos y llanuras costeras, desarrolladas a partir de material arenoso en aluviones recientes. Estos suelos tienen drenaje pobre, un manto freático cercano a 1.5 m de la superficie y se relacionan con solanchaks gleycos y fluvisoles gleycos de FAO/UNESCO. Debido a que son suelos recientes que han acumulado poca materia orgánica. Los principales grandes grupos son psammaquents, hydraquents (gleysoles) y tropoaquents. Dentro de la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima se les localiza en llanura costera con delta y llanura costera con laguna costera (Pérez 2004, Vizcaíno *et al.* 2006).

## 6. Alfisoles

Son suelos con un horizonte B enriquecido de arcilla que tiene un porcentaje de saturación de bases de medio a alto (> 35%). Se relacionan con los luvisoles de FAO/UNESCO. Estos suelos se localizan en todas las subprovincias fisiográficas del estado y ocupan posiciones topomórficas correspondientes al gran llano en la subprovincia de los Volcanes de Colima; en la Cordillera del Sur se les encuentra en la sierra de cumbres tendidas, lomeríos, valle ramificado y llanura de piso rocoso, la gran sierra compleja, sierra de cumbres tendidas, valle intermontano, valle intermontano con lomeríos, así como en los valles ramificados; en menor superficie se observan en la llanura costera con laguna costera de la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima (Pérez 1981, 1987, 2004).

Los alfisoles derivados de rocas ígneas tienen menor potencial de sitio (limitantes físicas, químicas y biológicas que afectan la capacidad de producción y calidad del suelo) y mayores limitaciones para el desarrollo de cultivos, ya que en adición a la característica del material parental, la insuficiencia hídrica puede agravar la situación (Rey 1988, Pérez 2004) (cuadro 1).

## 7. Ultisoles

Los ultisoles se relacionan con los acrisoles de la FAO/UNESCO; son suelos minerales que tienen un horizonte argílico con saturación de bases en el subsuelo (medida a pH = 8.2) menor de 35%; estos suelos tienen una temperatura media de 8 °C o mayor, son ácidos, poseen baja CIC y bajo contenido de materiales intemperizables. Los problemas de estos suelos se relacionan con una fuerte lixiviación de nutrimentos, fuerte acidez, carencia de bases y posible toxicidad de aluminio (Al), manganeso (Mn) y hierro (Fe) (Martini 1969, Pérez 1987). La deficiencia de nitrógeno (N) es una característica general para cultivos creciendo en esta clase de suelos. Por otra parte, un obstáculo para la fertilización eficiente lo constituye la alta capacidad de fijación de fósforo (P), especialmente en el horizonte superficial. En el estado los ultisoles ocupan poca superficie y se localizan en la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima, específicamente en los municipios de Minatitlán y Cuauhtémoc, en un sistema de topoforma de valle intermontano; el gran grupo existente es el rhodudults (acrisol crómico) (cuadro 1).

## Conclusiones

El estado tiene una importante variabilidad de los suelos que debe ser tomada en consideración si se pretenden estructurar programas de planeación, operación, conservación y utilización de dichos recursos. La variación observada entre los diferentes suelos de Colima tiene relación con tres de los cinco factores de formación del suelo: el material parental (geología), la posición topográfica (relieve) y la precipitación pluvial (clima), e indirectamente con la diversidad de plantas (vegetación).

La combinación de estos factores de formación del suelo determina la conexión espacial en el paisaje de Colima; llanuras aluviales (inundables) y coluviales (ríos, llanuras costeras marinas, lomeríos, laderas y montañas). Los problemas de los suelos en el estado son diversos, siendo los más importantes la erosión y el escurrimiento de agua en exceso, con la consecuente deposición y contaminación de áreas bajas del relieve, así como la pedregosidad de la mayoría de los suelos.

Otros problemas físicos relevantes son: la cantidad de suelos someros en laderas y serranías; suelos con alto contenido de arena y consecuentemente pobre retención de humedad en la costa; problemas de suelos ácidos en la subprovincia de las Sierras de Jalisco y Colima, y de salinidad y presencia de sodio en la costa, así como bajos contenidos de materia orgánica.

Lo anterior afecta la biodiversidad del estado, sin embargo, las posibles soluciones son: i) la caracterización morfológica para determinar la capacidad productiva y la calidad de los suelos, obteniéndose información que pueda ayudar a prevenir y corregir problemas físicos, químicos y de nutrición, así como de adaptación de plantas; ii) clasificación taxonómica de suelos al nivel de familia, que contribuya a planear y efectuar transferencia de tecnología apropiada para diversos objetivos: agrícola, ganadero, forestal, de recreación, de conservación, para construcción de caminos y obras de captación de agua, de uso y manejo de los suelos; iii) implementación de prácticas mecánicas de

conservación para el control de erosión y escurrimiento; iv) plantación de especies forestales en franjas en zonas de amortiguamiento; v) aplicación de normas de inocuidad para el mejoramiento de la calidad del agua, aire y suelo; vi) evitar la salinización y contaminación de los mantos acuíferos subterráneos, canales, lagunas y presas.

En el futuro deberá apoyarse el estudio y la normatividad para hacer un uso racional, ambiental, económico, responsable y socialmente sustentable del recurso suelo de Colima.

## Referencias


Jenny, H., F. Bringham y B. Padilla-Saravia. 1948. Nitrogen and organic matter contents of equatorial soil of Colombia, South America. *Soil Science* 66:173-186.

Kamp, N. y U. Schwertmann. 1983. Goethite and hematite in a climosequence in southern Brasil and their application in classification of kaolinitic soils. *Geoderma* 29:27-39.

Martini, J.A. 1969. Mineralogía de las arcillas, limos y arenas en seis suelos de Panamá. *Turrialba* 19:199-207.

Martini, J.A. 1970. Characterization of the nutritional status of the major andosols of Costa Rica, using the missing element technique in the greenhouse. *Turrialba* 20:72-84.

Papadakis, J. 1963. Climatic tables of the world. *Soil Science* 95:356-366.

Pastrana, A.L. 1983. *Propiedades físicas y químicas de la ceniza volcánica de "El Chichonal"*. Departamento de Suelos del Colegio Superior de Agricultura Tropical.

Pérez, O. 1981. The "milpa", an ancient agricultural system of Yucatán, Mexico. En: *International agronomy and field research management divisions*, 73 rd. Annual Meetting ASA. Atlanta, Georgia.

————. 1987. Características morfológicas y clasificación de los suelos ácidos en México. En: *Simposio sobre suelos ácidos*. XX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Zacatecas, Zacatecas.

————. 2004. *Descripción de los suelos referencia para planeación de la investigación y transferencia de tecnología en la llanura costera de Colima*. Libro científico núm. 1. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro/Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México.

Porter, S.C. 1972. Pleistocene geology of the coast-central cascade range, Washington. *Guide book for third pacific coast friends of pleistocene field conference*. Washington, Estados Unidos de América.

Rey, B. 1985. Farming systems within the ejidal structure: two case studies in the Tecomán region Mexico. *International Course for Development Oriented Research in Agriculture*. Bulletin 20. Wageningen the Netherlands.

————. 1987. Farming systems in the north of Comala municipality, Colima Mexico. *Seminar on Development Oriented Research in Agriculture*. Wye College. England.

————. 1988. Farming systems of the Colima plains, Colima, Mexico. *International Course for Development Oriented Research in Agriculture*. Bulletin 26. Wageningen the Netherlands.

SPP. Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Síntesis geográfica de Colima. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

Soil Survey Staff. 1999. *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil*

*surveys*. Natural Resources Conservation Service. United States Department of Agriculture (USDA). Handbook.

Vizcaíno, I., J.A. Corral, J. Anguiano *et al*. 2006. *Recursos edafo-climáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Colima*. Libro técnico núm. 1. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México.

# Hidrología y clima

Eleazar Castro-Caro

## Características geográficas

La superficie que conforma al estado está incluida en tres cuencas pertenecientes a dos regiones hidrológicas (RH): RH15 (ríos Chacala-Purificación y Cihuatlán o Marabasco) y RH16 (ríos Armería y Coahuayana) (INEGI 1997) (figura 1). La cuenca del río Armería tiene una superficie de 9 866 $km^2$, de los cuales 1 984 $km^2$ (20%) se encuentran dentro de Colima, la del río Coahuayana tiene un área de 7 738 $km^2$ con 1 861 $km^2$ (24%) en el estado, y la del río Chacala-Purificación abarca 5 218 $km^2$, de los cuales 1 745 $km^2$ (33%) pertenecen a Colima.

## Clima

Debido a su posición geográfica, principalmente a su colindancia con el océano Pacífico y a la influencia de corrientes de aire marítimo, el clima predominante en la entidad es cálido subhúmedo con lluvias en verano A(W), aunque existe una diversidad climatológica que a continuación se describe en el cuadro 1.

Se determinó el clima en cada uno de los municipios de acuerdo al 2° Sistema de Thornthwaite (Thornthwaite y Mather 1955), tomando el promedio de los valores de precipitación, temperatura y evaporación de las estaciones climatológicas que se encuentran en el estado (cuadro 2).

Castro-Caro, E. 2016. Hidrología y clima. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 44-50.

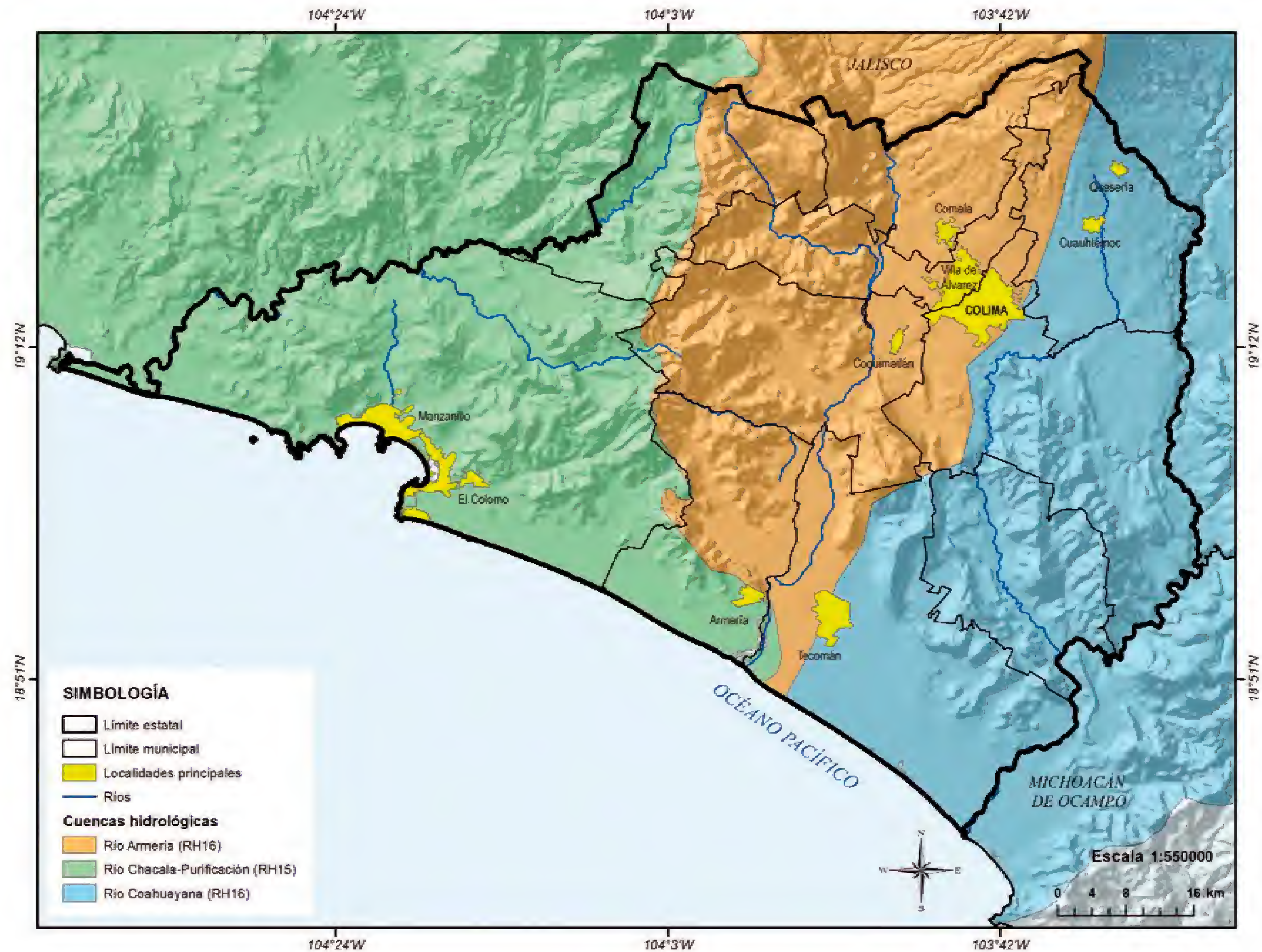



**Figura 1.** Cuencas hidrológicas. Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, INEGI 1997.

**Cuadro 1.** Climatología. Fuente: INEGI 1997.

| Clima | Símbolo | Superficie del estado (%) |
|---|---|---|
| Cálido subhúmedo con lluvias en verano | A(W) | 78.8 |
| Semicálido subhúmedo con lluvias en verano | AC(W) | 7.8 |
| Templado subhúmedo con lluvias en verano | C(W) | 2.0 |
| Semifrío subhúmedo con lluvias en verano | C(E) (W) | 0.6 |
| Semiseco muy cálido y cálido | BS(h) | 10.8 |

De acuerdo con el promedio de los últimos 25 años, la temperatura media anual varía dentro de la RH15, desde una temperatura mínima que oscila de 5.5 a 8 °C a una máxima que oscila de 39 a 40 °C, con una temperatura media de 26.6 °C. Dentro de la RH16, los valores medios de temperatura son de 26.6 °C en la cuenca del río Armería y de 26.4 °C en el río Coahuayana. La temperatura mínima anual en esta región oscila entre 7 y 10 °C, habiéndose presentado una máxima de 44.5 °C, en la población de Callejones (año 1947), dentro de la cuenca del río Coahuayana, así como una mínima de 1 °C en las comunidades de El Terrero y Minatitlán, pertenecientes a las cuencas del río Armería y Cihuatlán, respectivamente. La temperatura máxima en la RH16 oscila entre 37 y 44.5 °C.

La precipitación media anual en el estado es de 994.9 mm (periodo 1966-2006), equivalente a 5 427.18 $Mm^3$ anuales (Mm = mega metros cúbicos, lo que equivale a un millón de metros cúbicos). La lámina máxima corresponde a 1 395 mm (1992) (7 609.72 $Mm^3$ anuales) y la mínima de 603 mm (1991) (3 289.36 $Mm^3$ anuales). La precipitación máxima en 24 horas se presentó en 1959 y fue en el área de la población de Tecomán localizada dentro de la cuenca del río Coahuayana.

La temporada de lluvias ocurre de junio a octubre, periodo que presenta 90% de la precipitación, 5.9% se presenta de enero a mayo y 4.1% restante de noviembre a diciembre, con periodos de transición de lluvias irregulares y dispersas (figura 2). Su distribución espacial en el estado es de 42% del volumen precipitado en la cuenca del río Armería, 38% en la cuenca del río Marabasco y el 20% restante en la cuenca del río Coahuayana. Por lo que respecta a la cuenca del río Armería, la precipitación media es de 897.0 mm, la mínima de 580.4 mm y la máxima de 1 411.1 mm de lámina, con un volumen medio anual de 1 652 $Mm^3$, máximo de 2 598 $Mm^3$ y mínimo de 1 068 $Mm^3$.

En la cuenca del río Coahuayana la lámina media es de 1 098.1 mm, la mínima de 582.3 mm y la máxima de 2 094.2 mm, generando volúmenes anuales, máximo, medio y mínimo de 3 999 $Mm^3$, 2 098 $Mm^3$ y 1 112 $Mm^3$, respectivamente.

La evaporación media anual oscila entre 1 317.5 $Mm^3$ en la cuenca del río Cihuatlán, 1 951.3 $Mm^3$ en la del río Armería y 1 807.9 $Mm^3$ en la del río

**Cuadro 2.** Clima para los municipios. Fuente: Dirección Local Colima-conagua 2007, según 2° Sistema de Thornthwaite y Mather 1955.

| Municipio | Clima | |
|---|---|---|
| | Clave | Descripción |
| Armería | PH | Seco |
| | SA | Pequeña o nula demasía de agua |
| | TA | Cálido |
| | VA | Concentración normal de calor en verano |
| Colima | PH | Seco |
| | SA | Pequeña o nula demasía de agua |
| | TA | Cálido |
| | VA | Concentración normal de calor en verano |
| Comala | PG | Semiseco |
| | SB | Moderada demasía de agua estival |
| | TA | Cálido |
| | VA | Concentración normal de calor en verano |
| Coquimatlán | PH | Seco |
| | SA | Pequeña o nula demasía de agua |
| | TA | Cálido |
| | VA | Concentración normal de calor en verano |
| Cuauhtémoc | PE | Ligeramente húmedo |
| | HE | Gran deficiencia de agua invernal |
| | TA | Cálido |
| | VA | Concentración normal de calor en verano |
| Ixtlahuacán | PH | Seco |
| | SA | Pequeña o nula demasía de agua |
| | TA | Cálido |
| | VA | Concentración normal de calor en verano |
| Manzanillo | PG | Semiseco |
| | SA | Pequeña o nula demasía de agua |
| | TA | Cálido |
| | VA | Concentración normal de calor en verano |
| Minatitlán | PE | Moderadamente húmedo |
| | HD | Gran deficiencia de agua estival |
| | TA | Cálido |
| | VA | Concentración normal de calor en verano |
| Tecomán | PH | Seco |
| | SA | Pequeña o nula demasía de agua |
| | TA | Cálido |
| | VA | Concentración normal de calor en verano |
| Villa de Álvarez | PH | Seco |
| | SA | Pequeña o nula demasía de agua |
| | TA | Cálido |
| | VA | Concentración normal de calor en verano |

Coahuayana, mientras que la evapotranspiración oscila entre 700 a 1 200 mm al año.

## Hidrografía

El estado tiene como principales cuerpos de agua las lagunas de Cuyutlán, Alcuzahue y Amela; los esteros Potrero Grande, Tecuanillo, Boca de Pascuales, entre otros; así como una gran cantidad de pequeños "bordos" o represas dedicados al riego y como abrevaderos.

En la entidad existe una capacidad de regulación de 1 870 $Mm^3$ en presas derivadoras y una laguna cuya capacidad de almacenamiento es de 36 $Mm^3$. Además, se cuenta con las presas de almacenamiento Basilio Vadillo y Trojes, ubicadas en los estados de Jalisco y Michoacán, las cuales tienen capacidades de 145 y 220 $Mm^3$, respectivamente.

Las aguas subterráneas en el estado se delimitan principalmente en dos zonas, la del valle de Colima y la de la zona costera. La primera tiene una superficie aproximada de 1 280 $km^2$ y está constituida por depósitos aluviales como gravas, boleos, arenas, limos, arcillas y cenizas, detectándose dos niveles piezométricos (profundidad del agua en un pozo): uno somero, correspondiente a norias y otro profundo. Los niveles estáticos varían entre 2 y 7 m para las norias y de 10 a 25 m para los pozos profundos, siendo la profundidad media de estos entre 80 y 200 m. En lo que respecta a la zona costera los acuíferos están constituidos por una mezcla de arenas, boleos, gravas y, en menor proporción, por limos y arcillas; los niveles estáticos varían de 1 a 4 m en las norias y de 8 a 30 m en los pozos profundos, cuyas profundidades varían de 40 a 80 metros.

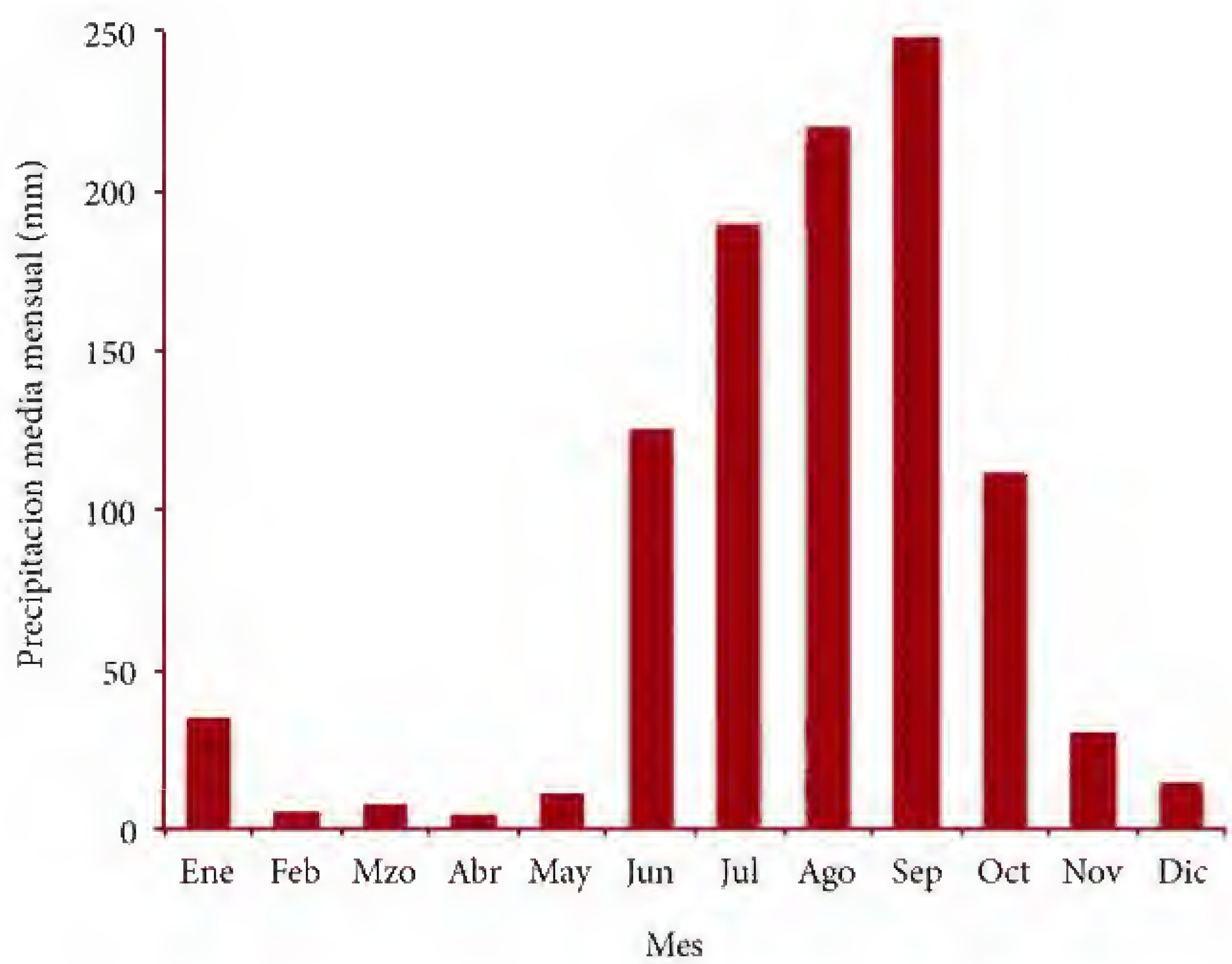



**Figura 2.** Precipitación media mensual de 1966-2006 a nivel estatal. Fuente: CONAGUA 2007.

Antes de que se iniciara la explotación intensiva del agua subterránea, la descarga de los acuíferos de la entidad tenía lugar por medio de diferentes procesos naturales. En las partes bajas de las cuencas, donde la superficie freática se hallaba a poca profundidad, la vegetación nativa captaba cantidades importantes de agua subterránea por transpiración; este proceso predominaba especialmente en la porción baja de las planicies costeras y en las fajas fluviales, en las cuales abundaba la vegetación freatofita (plantas cuyas raíces les permiten absorber agua de fuentes hídricas subterráneas).

Los acuíferos expulsaban a la atmósfera volúmenes considerables de agua por evaporación, en las áreas en que los niveles freáticos se encontraban aflorando a menos de dos metros de la superficie del terreno; específicamente esta forma de descarga se manifestaba en las inmediaciones de la costa y en el área lacustre de la planicie del río Armería.

Otra parte de la descarga natural de los acuíferos ocurría a lo largo de las corrientes principales. En la planicie costera, los ríos Cihuatlán, Armería y Coahuayana funcionaban como drenes del subsuelo, recibiendo de los acuíferos cantidades importantes de agua durante los periodos de estiaje, en aquellas áreas donde la superficie freática o la superficie piezométrica (superficie virtual formada por los puntos que alcanzaría el agua si se hicieran perforaciones infinitas en el acuífero) se hallaba arriba de sus cauces; los arroyos Chandiablo y Punta de Agua también recibían aportaciones del subsuelo en su tramo superior, aunque el escurrimiento base ahí generado se infiltraba nuevamente aguas abajo, al transitar por la planicie costera.

Además, los acuíferos descargaban gran cantidad de agua a través de numerosos manantiales. Los más caudalosos se localizaban en los flancos de la sierra del volcán de Colima: el Nahualapa (3 $m^3/s$), Los Amiales (2.5 $m^3/s$), el Zacualpan (1.6 $m^3/s$) y el Hervidero (0.45 $m^3/s$), todos ellos de régimen permanente y cuya descarga daba origen al escurrimiento de los ríos Armería, Coahuayana y de varios de sus afluentes principales. Sostenido por la descarga de acuíferos colgados (tipo de acuífero donde el nivel freático asciende por efecto de una fuerte recarga), independientes del acuífero regional, este caudal brotante no ha sido afectado por la explotación intensiva que se lleva a cabo en la zona de Armería. Por último, un caudal importante de agua escapaba de manera subterránea de los acuíferos costeros al mar a lo largo del litoral, formando una barrera hidráulica que mantenía a la masa de agua marina en una posición de equilibrio.

Los anteriores procesos de descarga permanecieron casi inalterados hasta que se inició la explotación de los acuíferos a gran escala a mediados de la década de los años cincuenta. A partir de entonces la extracción de agua subterránea provocó el abatimiento de los niveles freáticos en las áreas de bombeo, en consecuencia, la disminución de las descargas naturales; los cambios más sustanciales en este sentido se produjeron en las zonas donde se desarrolló la agricultura. De esta manera, en la planicie del río Armería se agotó el caudal base de esa corriente, se redujo la evapotranspiración de agua subterránea, tanto en el área de riego como en el área lacustre y se interceptó parte del caudal que escapaba subterráneamente al mar. Efectos semejantes tuvo la explotación en las

zonas costeras, donde la descarga subterránea fue interceptada en mayor medida. No obstante, a nivel estatal cuantiosos volúmenes de agua siguen escapando de los acuíferos a la atmósfera, a las corrientes superficiales y al mar, a través de sus vertedores naturales.

Los problemas de escasez no solamente pueden atribuirse a su distribución natural, ya que también contribuyen el uso inadecuado, vicios en la construcción de la infraestructura hidráulica que limitan su uso pleno, la operación deficiente y la falta de mantenimiento que propicia el deterioro de las obras y pérdidas de la capacidad de servicio. A lo anterior se añade el problema de la contaminación de los cuerpos de agua, lo que limita el uso y aprovechamiento del recurso. El agua superficial se encuentra seriamente afectada en su calidad y, por lo tanto, su disponibilidad real es notablemente inferior a la expresada en términos de las cantidades estimadas. Es muy importante atender y dar solución al problema del agua, así como conocer con mayor precisión el clima de Colima, ya que estos factores inciden directamente en la biodiversidad y el uso que hace la población de los recursos naturales.

## Referencias

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 1991. *Geohidrología y zonas áridas*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

———— . 2015. Dirección Local Colima. En: <*http://www.conagua.gob.mx/bancosdelagua/*>, última consulta: 7 de julio de 2007.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 1997. Carta hidrológica de aguas superficiales. 1:1 000 000. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México.

Thornthwaite, C.W. y J.R. Mather. 1955. The water balance. En: *Climatology*. C.W. Thornthwaite & Associates. Centerton, Nueva Jersey.

# Descripción general de la circulación hidrodinámica en el litoral

Marco Antonio Galicia-Pérez
Juan Gaviño-Rodríguez
Ernesto Torres-Orozco
Sonia I. Quijano-Scheggia

El estado cuenta con varios cuerpos de agua, siendo los dos más importantes los que se encuentran en la zona costera: bahía de Manzanillo y laguna de Cuyutlán, los cuales favorecen la existencia de una gran diversidad de flora y fauna marina. Con la finalidad de contribuir a la valoración ambiental de tales sistemas costeros, así como al diseño de estrategias para la conservación de su biodiversidad, es necesario describir la circulación hidrodinámica.

## Bahía de Manzanillo

### Localización geográfica

La bahía se localiza entre los paralelos 19° 01' y 19° 07' de latitud N y los meridianos 104° 18' y 104° 26' de longitud O (figura 1). Su comunicación con mar abierto ocurre a través de una boca que se extiende sobre una línea imaginaria de 15 km de longitud, entre punta Carrizal y punta Ventanas. Tiene un ancho promedio de 6.5 km en dirección perpendicular noreste-suroeste y una superficie de 120 $km^2$, aproximadamente. Tiene una profundidad media de 43 m, profundidades máximas de 86 m y menores a los 10 m cerca de la línea de la costa (Secretaría de Marina 1973, Galicia-Pérez 1987, 1994).

Galicia-Pérez, M.A., J. Gaviño-Rodríguez, E. Torres-Orozco y S.I. Quijano-Scheggia. 2016. Descripción general de la circulación hidrodinámica en el litoral. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 51-58.

Se sabe que la circulación hidrodinámica afecta e incide directamente en la distribución de la temperatura, salinidad, densidad y nutrimentos (Olivos Ortiz *et al.* 2005), siendo estos últimos los que regulan directamente la red alimenticia dentro del océano (desde el fitoplancton hasta los grandes mamíferos). El conocimiento de la circulación sirve de base para realizar estudios de dispersión, tanto de organismos marinos como de sustancias vertidas al mar, y también en estudios sobre hábitats marinos como los arrecifes, ya que, por ejemplo, los organismos filtradores dependen considerablemente de las condiciones dinámicas del lugar. Además, las corrientes marinas transportan sedimentos del fondo marino y de la zona costera, lo que origina la creación de diferentes ambientes marinos y variadas configuraciones costeras.

## Circulación en la bahía

La bahía de Manzanillo es uno de los cuerpos de agua costeros que ha sido poco estudiado desde el punto de vista de la oceanografía física. Sin embargo, existen estudios que sugieren que la circulación dentro de la bahía sigue los contornos topográficos en asociación con el sistema de vientos dominantes y a la rotación de la tierra, y en menor medida por la influencia de la marea (Carbajal y Galicia 2002).

Los principales factores que estarían determinando la circulación en esta bahía se enlistan a continuación:

**Corrientes**. El sistema de circulación de gran escala frente a la plataforma continental de Manzanillo está conformado por dos flujos provenientes del norte: la corriente de California (agua fría: $< 23$ °C) y la del golfo de California (agua caliente: $> 25$ °C) y por un flujo proveniente del sur, la corriente mexicana o corriente costera de Costa Rica (aguas cálidas: $> 27$ °C) (Torres-Orozco 1993). De febrero a junio las corrientes de California y del Golfo de California son intensas; su flujo suele extenderse hasta el sur cerca de las costas de Michoacán, por lo tanto la presencia de la corriente mexicana frente a las costas de Colima es nula en este periodo.

**Marea**. En el océano Pacífico la componente de marea predominante es la semidiurna $M_2$ (lunar principal con periodo de 12.4 horas). Las variaciones del nivel del mar en la bahía de Manzanillo, en esta zona, son menores a 0.7 m y, por lo tanto, la corriente marina ocasionada por marea no es mayor a 2 cm/s (Clemente-Ramírez 1991).

**Viento**. Después de aplicar un modelo hidrodinámico numérico para conocer la circulación originada por viento estacionario dentro de la bahía de Manzanillo, Galicia-Pérez (1987, 1994) y Gaviño y Galicia (1993) determinaron que ésta cambia de dirección de manera estacional.

En el periodo de febrero a junio la circulación podría ser anticiclónica (en el sentido de las manecillas del reloj), ya que los vientos dominantes son del sector oeste-noroeste con velocidad media anual de 5 m/s (figura 1a). En este caso el agua se introduce por la ensenada Higueras y se sigue bordeando por punta Juluapan, las playas del área de Santiago, la punta Santiago y las playas de Manzanillo, para salir a la altura de punta Ventanas, donde se crea una pequeña contracorriente.

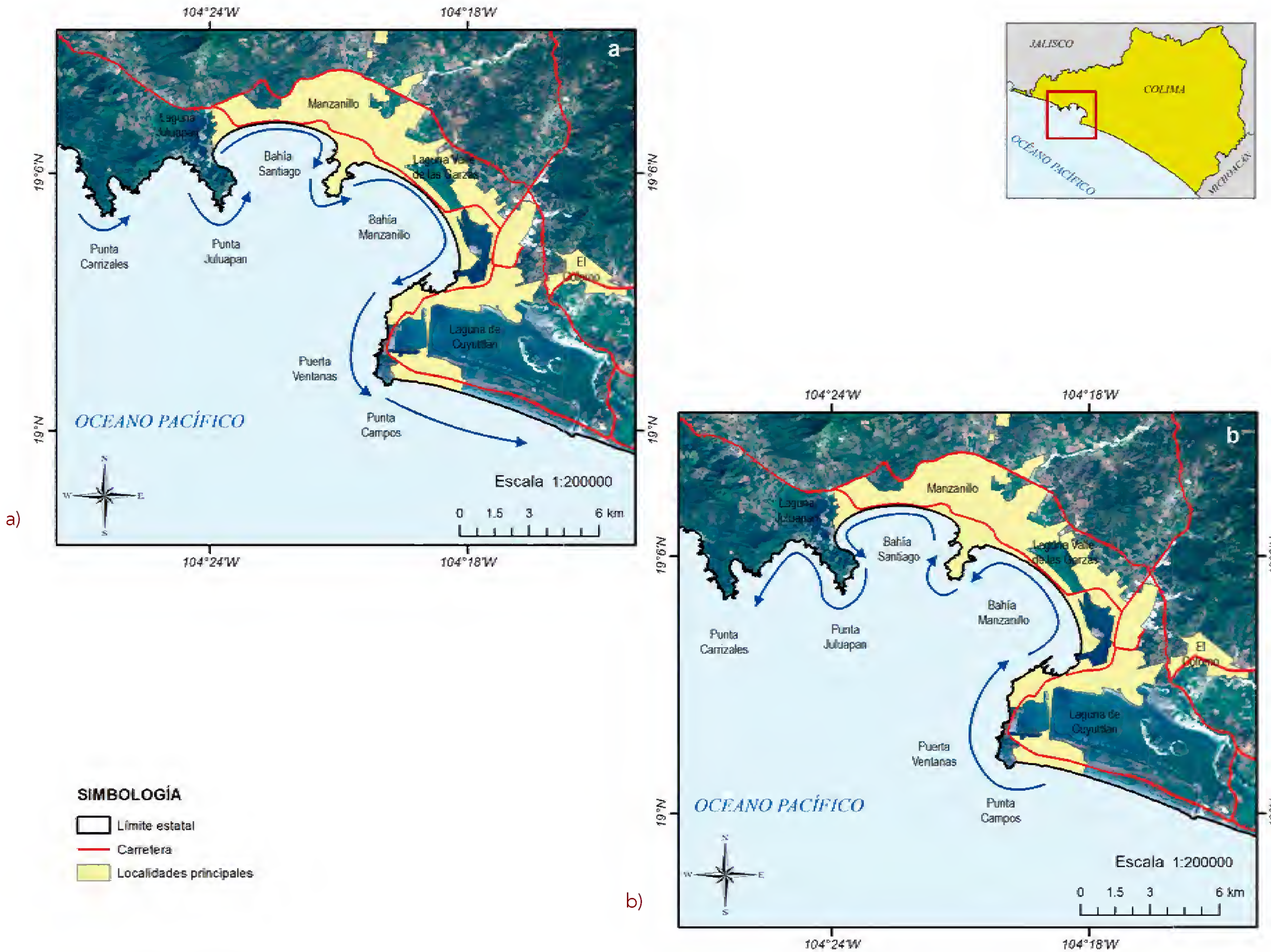



**FIGURA 1.** Patrón de circulación en la bahía de Manzanillo: a) de febrero a junio y b) de julio a enero. Fuente: elaborado por el autor según cálculos numéricos basados en el modelo hidrodinámico numérico de Galicia-Pérez 1987, 1994 y Gaviño y Galicia 1993.

Por otra parte, de julio a enero la corriente mexicana suele predominar sobre las corrientes del norte y, por lo tanto, en este periodo la circulación dentro de la bahía podría ser en el sentido contrario a las manecillas del reloj (figura 1b). Los vientos dominantes son del sector sureste y se tiene la presencia de huracanes, siendo más frecuentes entre los meses de junio y octubre, alcanzando velocidades hasta de 15 m/s. En este caso se puede decir que el patrón de circulación se invierte respecto al anterior, es decir, el agua penetra por punta Ventanas, sigue la configuración de la costa bordeando el área de Manzanillo, la península de Santiago, el área de Santiago y finalmente la punta Juluapan, por donde sale de la bahía.

## Laguna de Cuyutlán

Se localiza en el litoral del Pacífico mexicano, en la vertiente occidental de la costa de Colima entre las coordenadas 18° 55' 00" y 19° 03' 00" de latitud N y 104° 02' 00" y 104° 20' 00" de longitud O. Tiene una longitud aproximada de 375 km y una superficie de 7 200 ha. Está conformada por cuatro vasos (I, II, III y IV) y representa 92% de los sistemas lagunares del estado. Los vasos permiten una transferencia limitada de agua, aportada principalmente por el flujo y reflujo de la marea y separados del área costera del Pacífico mexicano por una barra de arena, con extensión de 37 km y una anchura media de 1 132 km, similar a la laguna (COREMI 2001) (figura 2).

Desde el siglo XVIII se tienen registros de problemas de materia orgánica en descomposición, mal olor, insalubridad y drástica disminución en la captura de peces, debido a que era un cuerpo de agua que no tenía comunicación con el mar, además de presentar nula circulación (Núñez-Fernández 1983).

Para resolver tales problemas, a lo largo de los años se han realizado obras de mitigación para favorecer el intercambio de agua entre la laguna y el mar. Los resultados de dichas obras y su efecto en el grado de rehabilitación de la laguna propiciaron un impacto positivo en la circulación.

El sistema lagunar, en su totalidad, es abastecido de agua marina por medio de tres comunicaciones artificiales que lo conectan con el Pacífico mexicano, el primero es El Túnel, que comunica la laguna con la bahía de Manzanillo desde 1937, el canal Ventanas, construido en 1978 y el canal Tepalcates, del año 2000, establecido en un área con influencia de marea de tipo mixto semidiurno (CFE 2006).

Las interacciones más importantes son a través de los canales de Tepalcates y Ventanas; la hidrodinámica lagunar depende totalmente de estos intercambios con el mar, ya que el aporte de agua dulce es casi inexistente.

La característica de la corriente costera generada por el oleaje, que proviene –la mayor parte del año– principalmente del sector suroeste, genera un proceso de transporte de sedimentos que produce un azolvamiento continuo del canal Tepalcates y que hace oscilar la profundidad entre -1.2 y -0.20 m; las características del sedimento limitan la distancia de recorrido dentro del canal, ya que, por ejemplo, a una distancia de 200 m de la boca la profundidad

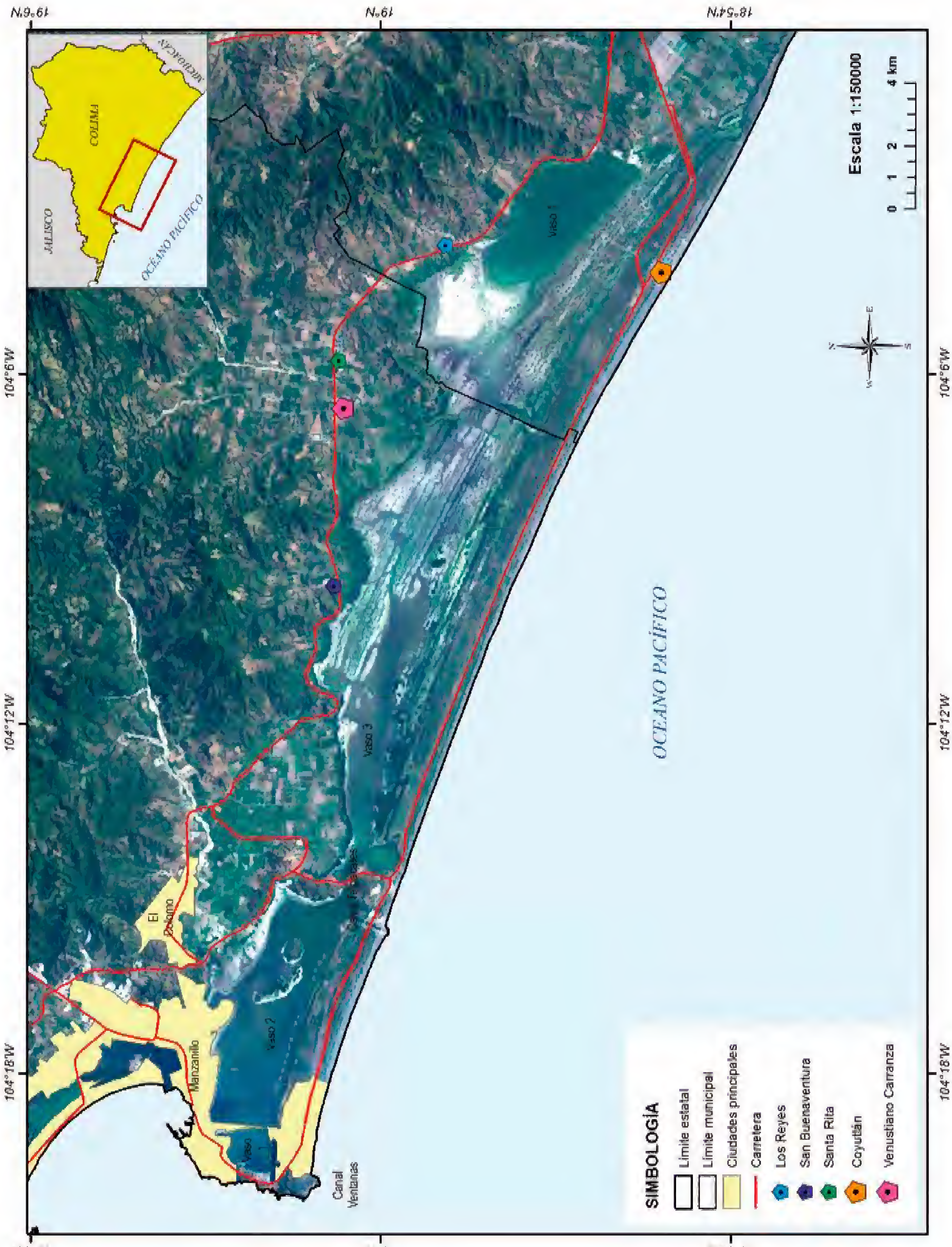



**Figura 2.** Laguna de Cuyutlán. Se muestran también los principales poblados.

alcanza -4 m con una conformación batimétrica estable. Las velocidades de ingreso y egreso a través del canal Tepalcates son comparativamente menores a las del canal Ventanas, aunque el volumen de aporte no es tan distinto en función del área total de apertura de la boca de ambos canales.

El transporte de sedimentos es significativo, únicamente en el área del canal Tepalcates, y es predominantemente ocasionado por la corriente costera generada por el oleaje (con ángulo de 20° con referencia al plano de costa en una dirección sur-suroeste). Esto indica que la mayor parte del año el principal aporte de sedimentos proviene del material depositado en el área comprendida entre el canal Ventanas y el Tepalcates. El arrastre de sedimentos continentales por lluvias al canal Tepalcates se considera mínimo y, en el caso de Ventanas es inexistente.

En los angostamientos del interior de la laguna se producen, como es de esperarse, altas velocidades (hasta 1.8 m/s), sobre todo en sicigias o mareas vivas (producidas cuando el Sol y la Luna se hallan en línea recta con la Tierra), debido a los fuertes gradientes de presión que se generan por desniveles entre los cuatro vasos.

Dentro del sistema lagunar la batimetría se ve principalmente influenciada por un proceso de azolve continuo, ocasionado por el arrastre y depósito de limos orgánicos provenientes de los escurrimientos en época de lluvias, y en menor grado por el arrastre de sedimentos provenientes de la zona marina que sólo se manifiesta en la vecindad inmediata a ésta. La circulación al interior de la laguna, ocasionada principalmente por la marea a través de sus comunicaciones marinas, muestra velocidades promedio menores a los 0.2 m/s y direcciones de flujo que se alinean al eje lagunar y a la configuración de sus márgenes. El principal aporte de agua marina hacia el vaso I, antes de que se azolve el canal Tepalcates, es a través del paso del terraplén del ferrocarril y proviene del canal Tepalcates, existiendo transferencia de agua del vaso II al I, a velocidades superiores a los 0.50 m/s, mientras que el paso de agua del vaso I al II no alcanza velocidades mayores a los 0.10 m/s.

Para condiciones de pleamar, en general, las velocidades no rebasan 0.10 m/s en gran parte de la laguna, mientras que en el canal de Llamada se llegan a presentar velocidades hasta de 0.80 m/s, y en el canal del terraplén del ferrocarril se observan velocidades que alcanzan hasta los 1.8 m/s, debido a la reducción brusca del área hidráulica. En la zona del canal Tepalcates se presentan velocidades de 0.20 m/s como condición más común, aunque llegan a un máximo de 0.60 m/s en el área de ingreso al sistema lagunar.

En los vasos I, II y III las profundidades se reducen a -1.5 m en promedio, con algunos canales que llegan a -2.0 m, aunque también se encuentran áreas con profundidades menores a -1.0 m, mientras que en los puntos de comunicación de los vasos lagunares y en el canal del terraplén del ferrocarril se tienen profundidades hasta de -6.0 m, debido al arrastre por las fuertes corrientes que se generan durante las etapas de pleamar y bajamar.

En pleamar ingresa agua a la laguna por el canal Tepalcates y se ramifica siguiendo la configuración lagunar; una parte en dirección hacia el vaso II y la otra parte a través de la garganta de Tepalcates hacia los vasos III y IV (figura 2). En bajamar sólo se invierten los sentidos de las velocidades y el agua fluye hacia el mar. Los vasos III y IV reciben agua, aunque de manera limitada, a través del estrechamiento lagunar denominado garganta de Tepalcates, representando barreras físicas que limitan la circulación y que ocasionan bajas velocidades en flujo y reflujo ($\leq$ 0.10 m/s). De esta manera se promueve el establecimiento de condiciones hipersalinas en la parte interna del vaso III y la totalidad del vaso IV.

La condición actual de la circulación no evita el continuo azolve por aporte continental a la laguna (sobre todo en época de lluvias), siendo éste más evidente en los vasos III y IV. Se observa una menor capacidad de transferencia de sedimento desde el área costera.

## Conclusiones

De acuerdo con los datos disponibles, las principales causas de variación hidrodinámica al interior de la laguna de Cuyutlán son: 1) la marea que penetra por sus comunicaciones marinas al canal Ventanas y al canal Tepalcates, y que es el factor principal que rige el comportamiento de la circulación en el sistema lagunar; 2) el oleaje costero, que llega a penetrar por las comunicaciones marinas pero sólo se manifiesta en la vecindad inmediata y se disipa rápidamente por el ensanchamiento brusco de las bocas, y 3) los vientos y temporales que pueden generar oleaje en el interior de la laguna y también afectar la magnitud y dirección de las corrientes, debido a la fricción aire-agua, así como a las tormentas y huracanes que pueden modificar el intercambio de agua por las comunicaciones marinas.

Los antecedentes de la circulación de mar abierto indican cuál puede ser el forzamiento que genera la circulación dentro de la bahía de Manzanillo. Por lo tanto, se recomienda realizar mediciones oceanográficas para determinar si la circulación en la bahía es controlada por un solo componente de la velocidad de la corriente o bien es controlada por la interacción entre ellos, y si varían por el efecto de la topografía. Además, es necesario contar con información de varios años con el fin de aumentar la confiabilidad en los cálculos de los modelos numéricos y así determinar con mayor seguridad las características de los patrones de circulación dentro de la bahía de Manzanillo.

Las mediciones se pueden hacer con instrumentos anclados al fondo marino (mediciones eulerianas) y mediante el uso de boyas de deriva (mediciones lagrangeanas), las cuales se dejan libremente y se registra su posición a determinado intervalo de tiempo. En conjunto estas mediciones permitirán describir con más detalle el patrón de circulación en la bahía de Manzanillo. Una vez que hayan sido analizados los datos se estará en posibilidades de concluir y dar resultados.

## Referencias


Carbajal, N. y M.A. Galicia. 2002. Earthquake-induced helmholtz resonance in Manzanillo lagoon, México. *Revista Mexicana de Física* 48:192-196.

CFE. Comisión Federal de Electricidad. 2006. Manifestación de impacto ambiental, modalidad regional terminal de gas natural licuado de Manzanillo. Universidad de Colima (UCOL).

Clemente-Ramírez, R. 1991. *Análisis de la corriente superficial de marea en dos puntos fijos de la bahía de Manzanillo, Colima*. Tesis de licenciatura. UCOL. Colima, México.

COREMI. Consejo de Recursos Mineros. 2001. Programa de ordenamiento ecológico territorial de la subcuenca laguna de Cuyutlán. Colima.

Galicia-Pérez, M.A. 1987. *Modelación hidrodinámica numérica de las bahías de Manzanillo y Santiago*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

————. 1994. Aspectos de modelación numérica tridimensional de la bahía de Manzanillo. *Geos* 14(5):2.

Gaviño-Rodríguez, J. y M.A. Galicia-Pérez. 1993. *Modelación hidrodinámica numérica de algunos cuerpos de agua de la zona económica exclusiva de México.* Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas. UCOL.

Olivos-Ortiz, A.H., S.I. Quijano-Scheggia, G. García-Uribe, *et al*. 2005. Influencia de los parámetros fisicoquímicos en la distribución de los principales grupos fitoplanctónicos en las costas del estado de Colima durante el 2002. *Ciencia en la frontera* 3(1):13-28.

SEMAR. Secretaría de Marina. 1973. Estudio geográfico de la región de Manzanillo. Dirección General de Oceanografía. Colima.

Núñez-Fernández, E. 1983. *Estudio ictiológico de la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Características ambientales y poblacionales*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Torres-Orozco, E. 1993. *Análisis volumétrico de las masas de agua del Golfo de California*. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. México.

# Archipiélago de las Revillagigedo

Gustavo Calderon-Riveroll

El archipiélago de las Revillagigedo está constituido por las islas San Benedicto, Socorro, Clarión y el islote de Roca Partida (cuadro 1, figura 1). El 4 de junio de 1994 el gobierno mexicano declaró a estas islas como reserva de la biosfera, debido a que este grupo de islas volcánicas atrae grandes concentraciones de peces, tiburones y a las mantarrayas más grandes que se conocen.

De las cuatro islas, Socorro es la más diversa en cuanto a flora, fauna y topografía se refiere. Es conocida mundialmente como "Las Galápagos Mexicanas", lo cual la convierte en un destino popular para buceo autónomo por la existencia y avistamiento de delfines, tiburones, mantarrayas gigantes y otras especies pelágicas. Su origen es volcánico y está situada aproximadamente a 750 km al oeste de Manzanillo, Colima, y a 386 km al sur de Cabo San Lucas, frente a la costa oeste del país (18° 48' N, 110° 59' O). Sus dimensiones son de 16.5 por 11.5 km, con un área de 132 km$^2$, por lo que tiene una superficie mayor que el resto de las islas del archipiélago. La isla se levanta abruptamente desde el fondo marino hasta una elevación de 1 130 msnm en su parte más alta, en la cima del monte Evermann. La isla cuenta con un aeropuerto para uso exclusivo del gobierno y la Armada de México.

El monte Evermann es un volcán de tipo escudo cuya erupción más reciente ocurrió en 1993. Otras erupciones documentadas ocurrieron en 1848, 1896, 1905 y 1951. La superficie de la isla está fracturada y presenta

Calderón-Riveroll, G. 2016. Archipiélago de las Revillagigedo. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 59-62.

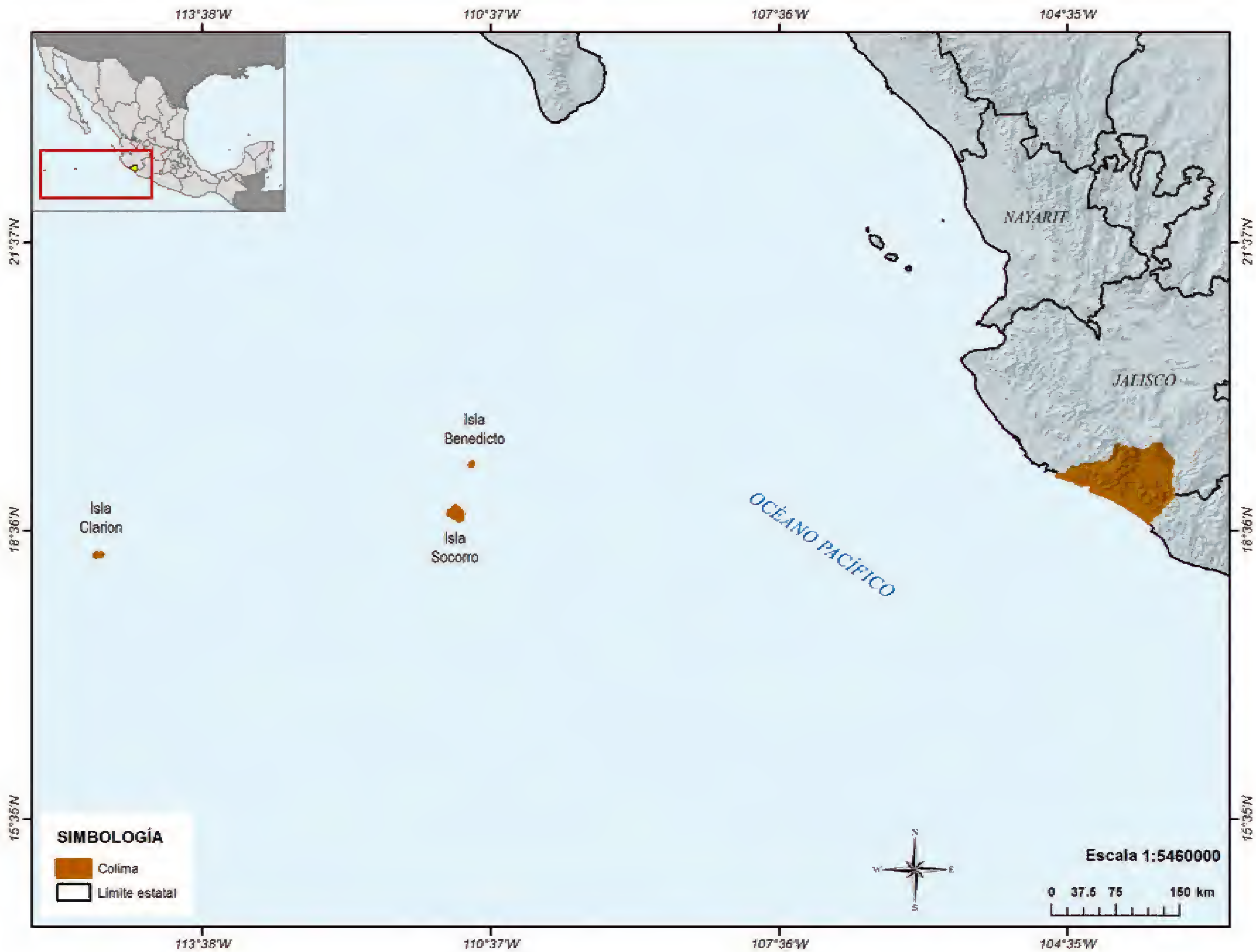



**Figura 1.** Localización de las islas Revillagigedo. Fuente: elaboración propia.

cuevas, surcos, pequeños cráteres y numerosos barrancos. La isla está cubierta por un denso crecimiento de cactus y vegetación arbustiva. Existen afloramientos de lava en varios lugares, delineando las paredes de la mayoría de las barrancas. En la isla se encuentran instalaciones del sector naval perteneciente a la VI Región Naval con sede en Manzanillo, localizadas en la planicie volcánica del cabo Regla, con 50 marinos militares custodiando la isla. Una iglesia se localiza en el lado oeste de la bahía Vargas Lozano, la cual es una pequeña bahía con playa rocosa en donde se encuentra localizado un muelle de atraque. Existe un manantial de agua dulce aproximadamente a 5 km al noroeste de la ensenada Grayson (caleta Grayson).

## Marco tectónico del archipiélago de las Revillagigedo

El archipiélago de las islas Revillagigedo se puede considerar como un grupo de volcanes intraplacas en la Placa del Pacífico. Estudios recientes con telemetría láser y GPS (sistemas de geoposicionamiento) indican que este archipiélago se desplaza hacia el noroeste a razón de 6 cm por año. La teoría de tectónica de placas indica que la actividad volcánica reciente en el archipiélago se debe a puntos calientes remanentes del salto y cambio de orientación de la dorsal del Pacífico oriental (de una posición al oeste y orientación noroeste de lo que es ahora la península de Baja California, a su posición actual y orientación noreste). En algún momento, durante la transición, la dorsal formó lo que ahora se conoce como la Dorsal de Matemáticos, cuya actividad de dispersión oceánica formó el archipiélago.

## Recopilación histórica

No existe evidencia de asentamientos humanos antes del descubrimiento de las islas por parte de los exploradores españoles. Hernando de Grijalva y su tripulación descubrieron una de las islas el 21 de diciembre de 1533, a la cual

**Cuadro 1.** Características de las islas Revillagigedo. Fuente: elaboración propia.

| | Nombre de isla | Largo / ancho (km) | Área ($km^2$) | Elevación máxima (m) |
|---|---|---|---|---|
| Islas interiores | San Benedicto (Santo Tomás) | 4.31 / 2.49 | 5.94 | Bárcena (310) |
| | Socorro | 16.81 / 15.62 | 132.06 | Monte Evermann (1 130) |
| | Roca Partida | 0.24 / 0.07 | 0.014 | (34) |
| Islas exteriores | Clarión (Santa Rosa) | 8.54 / 3.68 | 19.80 | Monte Gallegos (335) |
| Islas Revillagigedo | | 420 / 115 | 157.81 | Monte Evermann (1 130) |

llamaron Santo Tomás. Cuatro días después descubrieron otra, a la cual llamaron Inocentes.

En 1542, mientras exploraba nuevas rutas en el Pacífico, Ruy López de Villalobos redescubrió la isla Inocentes, a la cual renombró como Anublada, y a la que actualmente se le conoce como San Benedicto. En 1608, Martín Yáñez de Armita, a cargo de otra expedición, visitó la isla de Santo Tomás y cambió su nombre por el de Socorro, en honor a su esposa.

Las otras dos islas fueron descubiertas en 1779 por José Camacho, quien nombró Roca Partida a la pequeña isleta rocosa localizada en medio del archipiélago y Santa Rosa a la más occidental, la cual fue después renombrada como Clarión.

Las islas de Revillagigedo fueron después visitadas por un gran número de exploradores: Domingo del Castillo (1541), Miguel Pinto (1772), Alexander von Humboldt (1811), Benjamín Norell (1825), Sir Edward Belcher (1839) –quien hizo la primera colección botánica de las islas– y Reeve (1848) –quien fue testigo de la erupción del volcán Evermann–. En 1865 la isla fue explorada por el ornitólogo Andrew Jackson Grayson, quien describió a la paloma de Socorro y al búho enano de Socorro. A principios del siglo XX, el doctor Barton Warren Evermann, director de la Academia de Ciencias de California, en San Francisco, promovió la exploración científica de la isla, obteniendo las colecciones biológicas más integrales de su tiempo. El volcán en la isla fue renombrado en su honor.

El 25 de julio de 1861 el presidente de México, Benito Juárez, firmó un decreto que otorgaba el control territorial del archipiélago a Colima. Su plan era construir una colonia penal en la isla Socorro, lo cual nunca ocurrió. En 1957 la Armada de México estableció una base naval en esta isla y ha tenido presencia permanente desde entonces.

El 21 de marzo de 1972, Pablo Silva García se convirtió en el primer gobernador de Colima en visitar las islas. Una placa fue develada para conmemorar el evento y reafirmar la soberanía de Colima sobre las islas. Las islas Revillagigedo siguen siendo propiedad de la federación mexicana, debido a que el decreto firmado por Benito Juárez sólo concedía tres años para edificar los penales. En caso de que no se construyera el penal o que con el tiempo se destruyera, las islas volverían a estar bajo la administración de la federación.

La isla Socorro es un destino popular para buceo autónomo, conocido por la existencia y avistamiento de delfines, tiburones, mantarrayas gigantes y otras especies pelágicas. De las cuatro islas, Socorro es la más diversa en cuanto a flora, fauna y topografía se refiere. La isla Socorro es conocida mundialmente como "las galápagos mexicanas". El 4 de junio de 1994 el gobierno mexicano las declaró como reserva de la biosfera.

# Riesgos de origen natural y antropogénico

Mauricio Bretón González

Juan José Ramírez-Ruiz

El estado se caracteriza por la importante exposición a peligros de tipo sísmico, volcánico, hidrometeorológico y antropogénico, lo que genera importantes riesgos en sectores de la población y en la infraestructura, dentro de determinadas áreas.

Los riesgos están siempre ligados a las actividades humanas. La existencia de un riesgo implica la presencia de un agente perturbador (fenómeno natural o generado por el hombre) que tenga la probabilidad de ocasionar daños a un sistema afectable (asentamientos humanos, infraestructura, planta productiva, etc.), en un grado tal que constituye un desastre. En términos cualitativos se entiende por riesgo a la probabilidad de ocurrencia de daños, pérdidas o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia del impacto de eventos o fenómenos perturbadores. La probabilidad de ocurrencia de tales eventos, en un cierto sitio o región, constituye una amenaza, entendida como una condición latente de posible generación de eventos perturbadores. En forma cuantitativa el riesgo puede definirse como la función de tres factores: el peligro –o la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino–, la vulnerabilidad y el valor de los bienes expuestos (Guevara 2006).

La incidencia y frecuencia con la que los fenómenos naturales se presentan en Colima obliga a realizar una evaluación del riesgo desde distintas

Bretón, G.M. y J.J. Ramírez-Ruiz. 2016. Riesgos de origen natural y antropogénico. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 63-70.

áreas. Los riesgos que afectan al estado están contenidos en tres vertientes: riesgos geológicos, riesgos hidrometeorológicos y riesgos antropogénicos.

Los riesgos de origen geológico básicamente incluyen a los fenómenos sísmicos, volcánicos, de inestabilidad de laderas, y algunas de las consecuencias de los sismos y erupciones volcánicas importantes, tales como tsunamis y lahares, estos últimos en combinación con lluvias abundantes. De todos ellos la sismicidad y el vulcanismo adquieren, en el estado, particular importancia, ya que su área de influencia abarca casi la totalidad del territorio estatal.

Por su parte, los riesgos hidrometeorológicos incluyen a los ciclones en todas sus vertientes (depresión tropical, tormenta tropical y huracán, en sus cinco categorías); mientras que los riesgos antropogénicos contienen a los riesgos químicos y sanitarios. Todos estos fenómenos no sólo afectan a las poblaciones humanas e infraestructuras, sino que también tienen serias repercusiones en la biodiversidad.

## Sismos

Desde el punto de vista tectónico, Colima está condicionado a los fenómenos generados por el proceso de subducción de las placas Rivera y Cocos, bajo la placa de Norteamérica. Esto genera zonas de extensión como el graben de Colima y zonas de compresión como la región costera paralela a la Trinchera Oceánica, las cuales originan regiones de alta sismicidad que han provocado sismos de alta magnitud durante el último siglo, como aquellos ocurridos en 1900, 1932, 1941, 1973, 1995 y 2003 (Bretón 2004).

El sismo del 21 de enero del 2003 tuvo una magnitud de 7.6 grados en la escala Richter y su epicentro se situó frente a las costas de Colima. Este sismo fue sentido en todo el estado, así como en los estados vecinos, incluso sus efectos fueron percibidos en la Ciudad de México. La ciudades más afectadas fueron Colima, Villa de Álvarez, Coquimatlán, Armería, Tecomán y Manzanillo. Asimismo, se reportaron daños en 25 municipalidades de los estados de Jalisco y Michoacán. El terremoto provocó en Colima la muerte de 21 personas y la afectación de aproximadamente 12 mil viviendas, de las cuales cerca de tres mil se reportaron con daños severos y algunas tuvieron incluso que ser demolidas (Domínguez 2004).

## Tsunamis

La posibilidad de ocurrencia de un tsunami en Colima es latente, ya que en la mayoría de los casos el tsunami se origina por los desplazamientos verticales extensos del fondo marino en las zonas de hundimiento de los bordes de placas tectónicas; por lo tanto, ocurre de forma simultánea con sismos de tipo tectónico con magnitud cercana o mayor a los siete grados Richter y cuyo foco se localiza a poca profundidad del océano (no más de 60 km). Por esta razón, los tsunamis se originan casi exclusivamente en las zonas de bordes de placas tectónicas activas, de modo principal en las costas o contornos del océano Pacífico. Por lo tanto, la zona costera de Colima reúne todas las características necesarias para la generación de tsuna-

mis, no obstante, éstos han sido poco frecuentes. Se han registrado dos tsunamis destructivos en la región costera: uno en 1818 en El Real y otro en 1932 en Cuyutlán. Este último tuvo su origen en un sismo de magnitud 6.9 en la escala de Richter que ocurrió la mañana del 22 de junio, causando severos daños a los estados de Colima y Jalisco, y afectando un área de 650 m al interior de dicha población (Bretón *et al.* 2003).

La ocurrencia de por lo menos dos tsunamis destructivos en los últimos 200 años, y las características tectónicas existentes en la zona, hacen evidente la probabilidad de ocurrencia de un evento similar en un futuro cercano (Bretón *et al.* 2003).

## Vulcanismo

El complejo volcánico de Colima es otra manifestación tectónica en el estado, ya que en la región norte se localiza uno de los volcanes más activos del país. El volcán de Fuego de Colima es un estratovolcán (tipo de volcán cónico, compuesto por múltiples capas de lava endurecida, piroclasto y cenizas), de composición andesítica, que alcanza una altura de 3 860 msnm y es considerado el volcán más activo de México gracias a los más de 40 eventos eruptivos de consideración, de tipo explosivo y efusivo, ocurridos a lo largo de los últimos 500 años, entre los que destacan los de 1585, 1606, 1622, 1690, 1818, 1869, 1872, 1890, 1903, 1913, 1975-1976, 1998-1999, 2001-2003, 2005, 2007-2012, 2013 así como el proceso efusivo-explosivo de 2015.

La actividad que el volcán mantiene hasta nuestros días nos demuestra que su comportamiento sigue el mismo patrón que en los últimos años: el estilo de actividad puede evolucionar hacia un escenario más violento, el cual podría culminar en una gran erupción y la generación de una columna eruptiva mayor a 15 km, la cual podría sostenerse por más de 24 horas (Navarro *et al.* 2003). De ocurrir esto se produciría una fuerte lluvia de ceniza en un radio mayor a 30 km, generando además flujos piroclásticos por las pendientes en un radio de 15 km, tal como ocurrió en 1818 y 1913.

Existen 90 centros de población, tanto de Colima como de Jalisco, que se encuentran directamente involucrados en el área de afectación de los volcanes. El número de posibles afectados es de aproximadamente 275 mil en Colima y 140 mil en Jalisco (Bretón 2011). Además, el riesgo volcánico ha quedado de manifiesto en las últimas erupciones, lo que ha determinado la reubicación de la comunidad La Yerbabuena, población asentada sobre depósitos volcánicos de erupciones históricas como la de 1913. De la misma forma, el área de bosque podría quedar devastada con una erupción de esas características, afectando la biodiversidad de la zona.

## Lahares

*Lahar* es una palabra de origen indonesio, que describe a un flujo de lodo o un flujo de escombros originados en las pendientes de los volcanes cuando capas inestables de cenizas volcánicas y escombros se saturan de agua y fluyen pendiente abajo por los barrancos y cauces de los ríos. En el caso del volcán de Colima, los lahares se forman a partir de la saturación con agua de lluvia de materiales sueltos preexistentes, muchas

veces de flujos piroclásticos del tipo de bloques y cenizas, los cuales poseen una gran porosidad y permeabilidad. Una vez saturados de agua estos materiales inician su movimiento como densos flujos de escombros que al recorrer una distancia aproximada de entre 5 a 10 km se transforman en flujos hiperconcentrados. Los lahares pueden ser de cualquier volumen y algunos son tan pequeños que fluyen a menos de un metro por segundo, mientras que otros son mucho más grandes y pueden fluir a varias decenas de metros por segundo, viajando a distancias de más de 100 km del volcán (Navarro y Bretón 2008).

En el volcán de Fuego de Colima, un número significativo de poblaciones se encuentran amenazadas por la formación de lahares. Estos fenómenos pueden provocar grandes daños ambientales y económicos al cubrir campos fértiles, casas y edificios. Los árboles, peñascos y otros escombros que recogen estos flujos, a su paso pueden arrasar con cualquier objeto a nivel del suelo. Por esta razón los lahares representan uno de los peligros volcánicos más importantes y que más afectación causan a las poblaciones humanas y a la biodiversidad.

## Ciclones

Por otro lado, en la región costera la incidencia de ciclones (depresión tropical, tormenta tropical y huracán, en sus cinco categorías) representa un riesgo potencial en temporada de lluvias (mayo a noviembre). En este periodo es frecuente la ocurrencia de inundaciones y deslizamientos de laderas en las regiones de pendientes escarpadas, tal como ocurrió en octubre de 1959, cuando un huracán afectó la costa del estado (principalmente el puerto de Manzanillo) y provocó la muerte de 200 habitantes pertenecientes al pueblo de Minatitlán, situado a 50 km de la costa del estado.

Otros huracanes históricos que han afectado al estado ocurrieron en los años 1865, 1881, 1935, 1942, 1944, 1954, 1955, 1982, 1983, 1986, 1987 (Padilla 2006), 2011 y 2013, algunos de los cuales ocasionaron víctimas mortales. Una alta exposición al riesgo queda de manifiesto debido a asentamientos existentes en la zona costera (tanto regulares como irregulares) que concentran un alto número de habitantes en áreas claramente susceptibles a estos peligros.

## Inundaciones

La región norte del estado es una de las zonas de mayor precipitación pluvial, registrándose lluvias del orden de 900 a 1 300 mm anuales, dependiendo de elevaciones relativas. Se puede considerar que esta zona norte es de las principales zonas de recarga de los mantos freáticos que conforman el sistema hidrológico en gran parte de la entidad.

Las diferencias topográficas donde se ubican los arroyos que nacen aproximadamente a 8 km al sur del volcán de Fuego de Colima, les confieren una gran capacidad erosiva y de arrastre de material, especialmente en época de lluvias. Estas condiciones propician la formación de lahares, así como la ocurrencia de inundaciones. Uno de los eventos que más ha afectado en los últimos años, a las ciudades de Colima y Villa de Álvarez, ocurrió la tarde-noche del

31 de agosto de 2001, cuando una fuerte lluvia en la zona norte de la ciudad, a la altura de la localidad de Joyitas, municipio de Villa de Álvarez, provocó el crecimiento anómalo del río Colima y del arroyo Pereyra. Tres personas murieron a consecuencia de este fenómeno (Bretón *et al.* 2011). Otro evento de gran impacto para la población ocurrió el 11 y 12 de octubre de 2011, con el impacto del huracán Jova, que causó grandes y graves daños en la infraestructura del estado, afectando a los diez municipios y cuantificándose las pérdidas en varios millones de pesos.

## Deslizamiento en laderas

El deslizamiento de ladera es un término que se emplea para designar los movimientos de talud de materiales térreos que resultan de un desplazamiento hacia abajo y hacia afuera de suelos, roca y vegetación, bajo la influencia de la gravedad. Los tres principales tipos de deslizamiento en laderas son: los caídos o derrumbes (que incluyen los desprendimientos y vuelcos), los deslizamientos (que incluyen los rotacionales y traslacionales) y los flujos (que incluyen los de lodo, de tierra o suelo, los de avalancha de detritos, los flujos lentos y los lahares) (Mendoza y Domínguez 2006).

Los deslizamientos, producto de la topografía contrastante en el estado, producen impactos especialmente a infraestructura de vialidades y en zonas con pendientes altas. Aunque los grandes centros de población no están amenazados directamente, en épocas de lluvias se incrementa mucho la vulnerabilidad de viviendas construidas sobre laderas montañosas. La afectación por estos deslizamientos puede afectar principalmente viviendas, vialidades, tierras de cultivos, bosques y vidas humanas.

Estos movimientos pueden presentar velocidades variables, con aceleraciones de hasta 320 km/h (Bretón *et al.* 2011). Los impactos de los deslizamientos generan pérdidas económicas anualmente debido al bloqueo de vialidades. Los sitios que tienen más afectación son: la población de Minatitlán, el km 33.2 de la carretera Colima-Minatitlán, el trayecto de la población de Comala a San Antonio, y el paso de La Salada, entre la autopista Colima-Manzanillo, sin que hasta la fecha se haya realizado una estimación de costos económicos. En zonas de impacto de deslizamientos se afecta ambientalmente a la cobertura vegetal, especialmente el área de bosque.

## Peligros y riesgos químicos

Los fenómenos antropogénicos son aquellos producidos por influencia humana y que pueden originar desastres. Entre ellos los fenómenos químicos se destacan por su potencial de afectación en la salud de la población, el ambiente, la infraestructura y la economía. Los agentes químicos perturbadores son las propias sustancias químicas que cambian de estado físico, se transfieren o transforman debido a los cambios de presión y temperatura a los que se someten los recipientes que los contienen o las tuberías que los conducen, y los sistemas afectados son los conjuntos sociales, el ambiente y las instalaciones industriales (Ribera Balboa *et al.* 2006).

En el estado, como en muchos otros del país, las materias primas se transportan por carretera, ferrocarril, barco y tubería, hacia donde se utilizan en distintos procesos de fabricación. El transporte de sustancias químicas implica un riesgo, ya que en caso de que ocurra un accidente que provoque eventos como fuga, incendio, explosión o derrame del material, se puede ocasionar daño físico al ser humano, al medio ambiente y a la propiedad. Por esta razón es importante conocer los sitios en donde se producen las sustancias químicas, las rutas utilizadas en su transporte y cuáles son los lugares en donde se emplean, así como los residuos que se generan en los procesos de transformación y las características de peligrosidad que presentan.

Durante los últimos años el puerto de Manzanillo se ha convertido en uno de los principales puntos de almacenamiento y distribución de materiales peligrosos. El transporte de dichos materiales, ya sea por vía terrestre o marítima, representa una amenaza potencial en las zonas aledañas a las rutas utilizadas. Asimismo, el almacenamiento y tránsito de sustancias peligrosas en el puerto constituye un riesgo para las zonas habitacionales y turísticas cercanas. La ampliación del puerto y la creación de una planta regasificadora de gas natural, dentro del vaso II de la laguna de Cuyutlán, las obras de construcción de la empresa Z Gas del Pacífico y del gasoducto que cruza el estado desde el puerto de Manzanillo hasta la ciudad de Guadalajara, así como el tránsito de sustancias químicas que transcurre en un recorrido paralelo al anterior, son sólo algunas de las amenazas químicas existentes en la zona. Esta infraestructura se encuentra en zonas de alto riesgo por su posible afectación ante la ocurrencia de fenómenos naturales como sismos, tsunamis, huracanes, deslizamientos, etc., que además podrían causar severos daños a la biodiversidad.

## Riesgos sanitarios

El riesgo sanitario se define como la probabilidad de ocurrencia de un evento exógeno adverso, conocido o potencial, que ponga en peligro la salud o la vida humana, derivada de la exposición involuntaria de la población a factores biológicos, químicos o físicos, presentes en los productos, servicios o publicidad, en el medio ambiente o en el medio de trabajo (COFEPRIS 2004).

Por su ubicación geográfica, su clima y su vocación comercial, Colima se encuentra en una zona de riesgo sanitario, debido a los elevados niveles de exposición de la población a las llamadas "enfermedades emergentes", que tienen su origen en otros sitios del mundo pero que regularmente llegan al estado a través de los barcos que atracan en el puerto de Manzanillo.

A su vez, los avances tecnológicos derivados del desarrollo industrial representan un serio riesgo para los asentamientos humanos ubicados geográficamente a su alrededor, si no tienen en cuenta los elementos de seguridad necesarios. Las enfermedades transmisibles y las intoxicaciones por alimentos y sustancias químicas se conceptualizan como acontecimientos con capacidad potencial o real de generar daños a la salud de la población, la cual requiere respuesta inmediata para limitar su diseminación (Bretón *et al.* 2011).

El crecimiento económico y productivo del estado propicia un aumento de riesgos a la salud de la población en general y del personal ocupacional expuesto, ocasionados por el uso y manejo de productos como plaguicidas, fertilizantes, sustancias tóxicas, radiaciones, así como disposición sanitaria de excretas y de residuos sólidos que pueden afectar la calidad sanitaria del agua para uso y consumo humano.

## Conclusiones

Geográficamente Colima presenta vulnerabilidad a la ocurrencia de eventos, tanto naturales como provocados por el hombre, los cuales podrían alcanzar tal magnitud que se rebasara la capacidad de respuesta oportuna a la sociedad.

Un fenómeno perturbador en cualquiera de sus vertientes (geológico, hidrometeorológico, químico o sanitario), podría ocasionar graves afectaciones en la población: pérdida de vidas humanas, de bienes muebles e inmuebles y de biodiversidad; además, puede tener una repercusión en los aspectos social, económico y político de una población.

El conocimiento de las amenazas, la zonificación de sus peligros y la determinación de áreas de riesgo, deberá ser el paso a seguir con la idea de fortalecer un sistema preventivo ante estos fenómenos y sus consecuencias. Por esta razón, la elaboración de un Atlas de Peligros y Riesgos deberá ser el primer paso para realizar acciones orientadas a prevenir y reducir riesgos, mitigar las pérdidas y daños que se puedan derivar del impacto de los fenómenos naturales perturbadores, permitiendo a las autoridades identificar las amenazas y las zonas con mayor vulnerabilidad para poder delimitar áreas potenciales de riesgo que requieran de atención prioritaria.

## Referencias


Bretón-González, M. 2004. Los terremotos en la cultura. En: *Renacimiento y grandeza, el primer terremoto del siglo XXI. Colima, 21 de enero de 2003*. B. F. (coord.). Universidad de Colima (UCOL), pp. 15-23.

———— . 2011. *El Volcán de Fuego de Colima. Seis siglos de actividad eruptiva (1523-2011)*. Umbrales y Vestigios. UCOL.

Bretón-González, M., T. Domínguez y C. Navarro. 2003. *El tsunami de 1932 en Cuyutlán, Colima*. Reporte del Sistema Estatal de Protección Civil. Observatorio Vulcanológico, UCOL.

Bretón-González, M., Z. León, A. Campos, *et al*. 2011. Catálogo de riesgos en el estado de Colima. Zonificación y análisis de las principales amenazas naturales y antropogénicas, y estudio de vulnerabilidad de las edificaciones esenciales. En: *El impacto de los fondos mixtos en el desarrollo regional*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)/Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT)/Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT). México.

Bretón-González, M., J.J. Ramírez y C. Navarro. 2002. Summary of the historical eruptive activity of volcán de Colima, Mexico: 1519-2000. *Journal of volcanology and geothermal Research* 117:21-46.

COFEPRIS. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. 2004. Publicado el 13 de abril de 2004. En: <*http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Documents/Reglamentos/rtocofepris.pdf*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

Domínguez, T. 2004. El sismo del 21 de enero. En: *Renacimiento y grandeza, el primer terremoto del siglo XXI*. F. Blanco Figueroa (coord.). UCOL, pp. 30-34.

Guevara, E., R. Quaas-Weppen y G. Fernández-Villagómez. 2004. Lineamientos generales para la elaboración de atlas de riesgos. En: *Atlas Nacional de Riesgos*. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)/Sistema Nacional de Protección Civil. México.

Mendoza-López, J.M. y L. Domínguez-Morales. 2004. Estimación de la amenaza y el riesgo de deslizamientos en laderas. En: *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos*. V. Ramos (coord.). CENAPRED/Sistema Nacional de Protección Civil, pp. 135-178.

Navarro, C., A. Cortés y A. Téllez. 2003. *Mapa de peligros. Volcán de Fuego de Colima*. UCOL. Gobierno del Estado de Colima. México.

Navarro, C. 2008. Lahares en el volcán de Colima. En: *<http://www.ucol.mx/volcan/lahar>*, última consulta: 10 de marzo de 2004.

Padilla, R. 2006. *El huracán del 59. Historia del desastre y reconstrucción de Minatitlán, Colima*. UCOL, Ayuntamiento de Minatitlán. Colima. México.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas, G. Ibarra, *et al.* 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:271-295.

Ribera-Balboa, R.D., M.E. Arcos-Serrano, C. Izcapa-Treviño y E. Bravo Medina. 2004. Identificación de peligros y riesgos químicos. En: *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos*. V. Ramos (coord.). CENAPRED/Sistema Nacional de Protección Civil, pp. 251-308.

# S2

## MEDIO SOCIOECONÓMICO

*Pelecanus occidentalis, Leucophaleus atricilla*. Fotografía: Leopoldo Vázquez.



# Resumen ejecutivo

Juan González-García

Víctor Hugo Torres-Preciado

Colima es la cuarta entidad más pequeña del país, en cuanto a superficie territorial se refiere, con una extensión de 5 627 $km^2$. En la entidad el gobierno y la población, organizadas económicamente, están haciendo esfuerzos para que el crecimiento socioeconómico pueda desarrollarse dentro de un esquema de crecimiento en equilibrio con el ambiente. La presente contribución presenta los principales indicadores poblacionales, tales como tasas de crecimiento, distribución en el territorio, tasas de natalidad, morbilidad y mortalidad, así como información sobre las actividades económicas y productivas que actualmente se desarrollan en el estado, que de manera intrínseca pudieran representar niveles moderados de perturbación a la biodiversidad. Las actividades económicas principales, y por ende donde labora la población económicamente activa, se han inclinado hacia el sector servicios, por lo que las actividades productivas primarias y secundarias (agricultura y ganadería, minería e industria, respectivamente), en donde se realiza un uso intensificado de los recursos naturales, se han visto reducidas en las últimas fechas.

Los niveles crecientes de alfabetización y escolaridad de la población en el estado son otros factores que pueden contribuir a la promoción de prácticas sociales con orientación en la conservación de la biodiversidad. Incrementos en los niveles de educación de la población, redundan potencialmente en una mayor conciencia para aspirar a alcanzar el equilibrio entre los ambientes social y natural, todo dentro de un contexto de equidad social y medioambiental en este siglo XXI.

González-García, J. y V.H. Torres-Preciado. 2016. Resumen ejecutivo a Medio socioeconómico. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, p. 73.

# Organización política

Víctor Hugo Torres-Preciado

En este apartado se describe la organización política del estado, con base en la división territorial y la estructura de gobierno. Ambos elementos influyen en las condiciones de biodiversidad de la entidad, de manera directa, a través de las políticas públicas relacionadas con la protección al medio ambiente, e indirectamente a partir de su influencia en el sistema económico y social del estado.

## División geopolítica

Colima colinda con Jalisco (al norte, este y oeste), con Michoacán (al este y sur) y con el océano Pacífico (al sur y oeste) (INEGI 2008a). Está organizado geopolíticamente en diez municipios: Armería, Colima, Comala, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Manzanillo, Minatitlán, Tecomán y Villa de Álvarez (figura 1). El municipio con mayor extensión territorial es Manzanillo, con 1 578 $km^2$, y el menor es Minatitlán, con poco más de 215 $km^2$ (cuadro 1).

La división política interna está fundamentada en el municipio libre y su administración recae en el ayuntamiento, las juntas municipales y los comisarios municipales. El ayuntamiento está conformado por un presidente municipal, un síndico y regidores elegidos popularmente de forma directa. Los municipios tienen la obligación de proveer los siguientes servicios públicos básicos: agua potable y alcantarillado,

Torres-Preciado, V.H. 2016. Organización política. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 74-77.

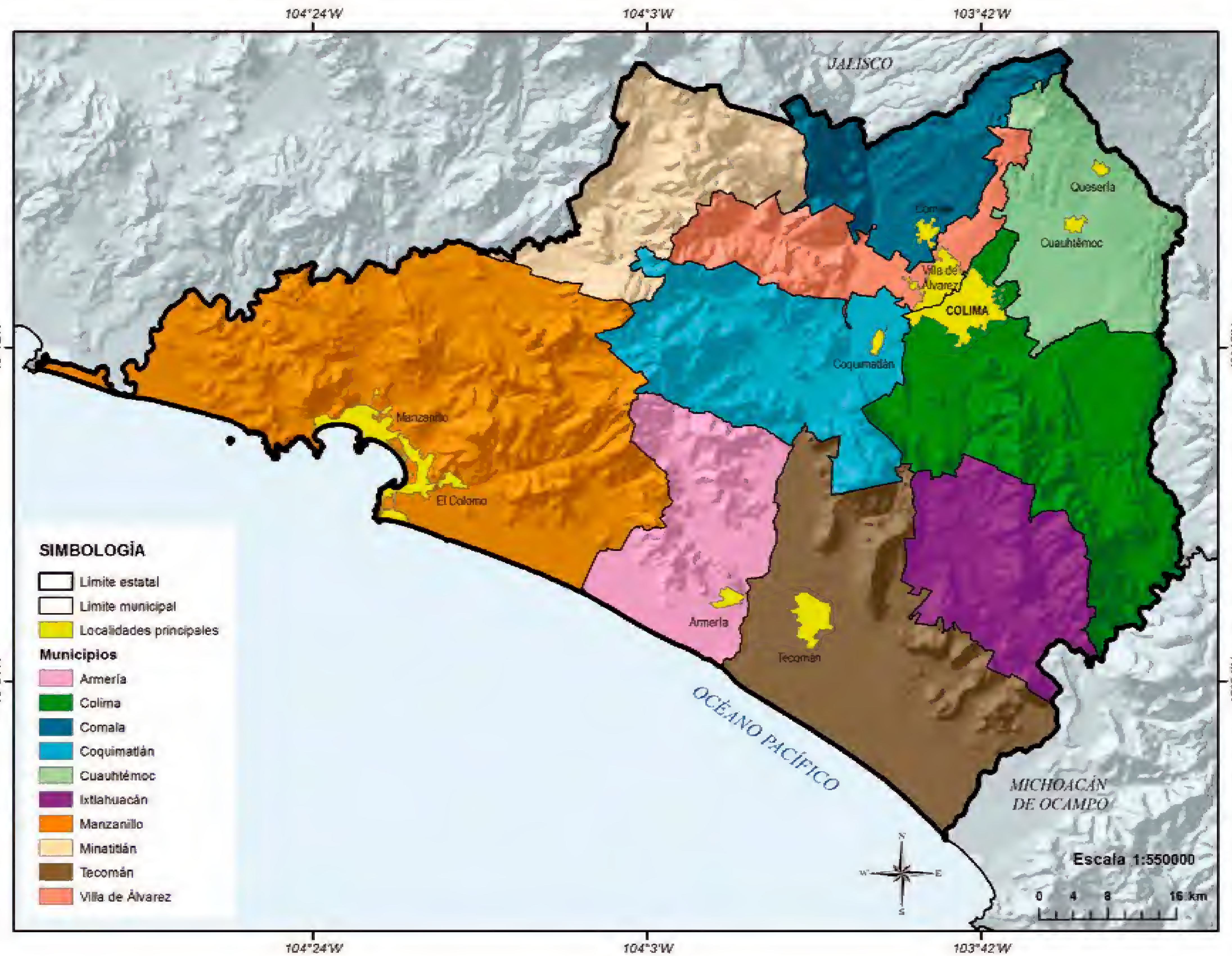



**Figura 1.** División geopolítica y principales localidades de los diez municipios que conforman el estado. Fuente: elaboración propia con información del INEGI 2010.

**Cuadro 1.** Superficie territorial y principales localidades de los municipios del estado. Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI 2010.

| Municipio | Superficie km$^2$ | Principales localidades |
|---|---|---|
| Armería | 341.6 | Ciudad Armería, Cofradía de Juárez, Rincón de López, Cuyutlán. |
| Colima | 668.2 | Colima, Lo de Villa, Tepames, Estapilla. |
| Comala | 254.0 | Comala, Zacualpan, Suchitlán, Cofradía de Suchitlán. |
| Coquimatlán | 320.2 | Pueblo Juárez, Jala, Agua Zarca, La Sidra, La Esperanza. |
| Cuauhtémoc | 373.2 | Quesería, El Trapiche, Buenavista, Alcaraces. |
| Ixtlahuacán | 468.7 | La Presa, Las Conchas, Aquiles Serdán. |
| Manzanillo | 1 578.4 | Manzanillo, Santiago, Salahua, Miramar, El Colomo, Camotlán de Miraflores. |
| Minatitlán | 215.0 | Minatitlán, El Poblado, San Antonio, La Loma, La Guásima, Potrero Grande. |
| Tecomán | 834.7 | Tecomán, Cerro de Ortega, Madrid, Caleras, Cofradía de Morelos. |
| Villa de Álvarez | 428.4 | Villa de Álvarez, Juluapan, Pueblo Nuevo, El Mixcoate, Picachos, Joyitas, Nuevo Naranjal, El Naranjal, La Lima, Pastores, El Chivato. |

alumbrado público, limpieza de espacios públicos, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros, construcción y manutención de calles, parques y jardines, así como servicio de seguridad pública y de tránsito (Constitución Política del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Colima 2007).

## Gobierno

La Carta Magna del Estado de Colima (2007), establece que el gobierno es republicano, popular y representativo. Al igual que el poder federal, el poder supremo de la entidad se divide en tres poderes: Ejecutivo, Legislativo y Judicial. El Ejecutivo está a cargo del gobernador, quien es elegido por la ciudadanía para un periodo de seis años; tiene como principales facultades y obligaciones las que determina la Constitución y las leyes federales: promulgar, ejecutar y hacer cumplir las leyes que provienen de la Constitución del Estado; nombrar a los magistrados del Supremo Tribunal de Justicia y someterlos al Congreso para su aprobación; así como enviar anualmente al congreso local la Ley de Ingresos y el Presupuesto de Egresos, para su aprobación.

Las acciones del Ejecutivo se apoyan en una estructura orgánica conformada por las secretarías de Gobierno, Finanzas, Administración, Desarrollo Social, Urbano y Rural, Educación,

Salud, Fomento Económico, Cultura, Turismo y de la Juventud, así como de la Procuraduría de Justicia del Estado (Gobierno del Estado de Colima 2010).

Por su parte, las funciones del Poder Legislativo se ejercen en el Congreso del Estado de Colima. La legislatura se conforma por 19 diputados elegidos por mayoría relativa y ocho por representación proporcional, misma que se renueva cada tres años. Entre sus facultades se encuentran las que otorga la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución del Estado, las reformas de la propia Carta Magna estatal, así como la aprobación anual de la Ley de Ingresos y el Presupuesto de Egresos que envía el gobernador en turno (Constitución Política del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Colima 2007).

El Poder Judicial recae en el Supremo Tribunal de Justicia, los juzgados de Primera Instancia y Mixtos de Paz. La Ley Orgánica del Supremo Tribunal y la propia Constitución del Estado garantizan la independencia de los magistrados y jueces en el desempeño de sus funciones. Los magistrados y jueces duran seis años en su cargo y pueden ser reelectos, cada año deberán elegir al magistrado presidente o en su caso reelegirlo. Entre sus principales funciones se encuentran: resolver los conflictos entre municipios y entre poderes, actuando como tribunal de apelación o de última instancia ante negocios civiles o penales de fuero común, e iniciar leyes ante el Congreso del Estado.

## Referencias


Congreso del Estado. 2007. Constitución Política del Gobierno del Estado Libre y Soberano de Colima. En: <*http://www.congresocol.gob.mx/web/Pagina/index.php/c_actividad/acuerdos*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

———. 2010. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Colima. En: <*www.periodicooficial.col.gob.mx*>, última consulta: 9 de agosto del 2013.

———. 2010. Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015. En: <*http://www.colima-estado.gob.mx/*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2008a. Anuario Estadístico de Colima, edición 2006. Mapas. En: <*http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemascam05/info/col/m006/mapas.pdf*>, última consulta: 2 de mayo de 2007.

SEGOB. Secretaría de Gobernación. 2007. Información del Estado de Colima. Enciclopedia de los Municipios de México. En: <*http://www.e-local.gob.mx/wb/ELOCALNew/enciclopedia*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

# Población

José Manuel Orozco-Plascencia

## Crecimiento demográfico

Según el XII Censo de Población y Vivienda (INEGI 2010), el estado tuvo una población estimada de 650 555 personas. En términos absolutos la población de la entidad se incrementó en 82 559 personas entre 2005 y 2010, ya que contaba con 567 966 habitantes en aquel año. Dicho aumento es resultado de una tasa bruta de natalidad promedio de 19.85 (la tasa bruta de natalidad se refiere al total de nacimientos por cada mil personas), así como de una tasa global de fecundidad de 2.2, la cual redundó en el registro de 13 077 nacimientos en 2010 (cuadro 1).

De acuerdo con las proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO 2010) se espera que en el año 2030 la población alcance la cifra de 891 050 habitantes, esto generará efectos graduales en el crecimiento demográfico, la distribución por edades y géneros, la proporción urbano-rural, la densidad poblacional, las comunidades indígenas y el nivel de bienestar de la sociedad colimense (CONAPO 2010).

En el ámbito nacional Colima es la segunda entidad menos habitada, sólo está por debajo de Baja California Sur, con 0.3% de la superficie total del territorio nacional, lo que equivale a una extensión geográfica de 5 627 km$^2$. Cabe recordar que Colima es la cuarta entidad más pequeña del país, superando solamente a Tlaxcala, Morelos y el Distrito Federal (INEGI 2010).

Orozco-Plascencia, J.M. 2016. Población. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 78-85.

**Cuadro 1.** Población absoluta y densidad de población, por municipios del estado, 2010.
Fuente: elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda, INEGI 2010.

| Municipio | Población | Extensión territorial ($km^2$) | Extensión territorial (% municipal) | Densidad de población (personas/$km^2$) | Categoría de densidad municipal |
|---|---|---|---|---|---|
| Armería | 28 695 | 341.6 | 6.2 | 84 | 5 |
| Colima | 146 904 | 668.2 | 12.2 | 220 | 2 |
| Comala | 20 888 | 254.0 | 4.7 | 82 | 6 |
| Coquimatlán | 19 385 | 320.2 | 5.9 | 61 | 8 |
| Cuauhtémoc | 27 107 | 373.2 | 6.8 | 73 | 7 |
| Ixtlahuacán | 5 300 | 468.7 | 8.6 | 11 | 10 |
| Manzanillo | 161 420 | 1 578.4 | 28.9 | 102 | 4 |
| Minatitlán | 8 174 | 215.0 | 3.9 | 38 | 9 |
| Tecomán | 112 726 | 834.7 | 15.3 | 135 | 3 |
| Villa de Álvarez | 119 956 | 428.4 | 7.9 | 280 | 1 |
| Total | 650 555 | 5 455 | 100.0 | 119 | — |

Conforme al Censo de Población y Vivienda (INEGI 2010) en las últimas décadas la tasa de crecimiento poblacional del estado ha mostrado caídas discrecionales que permiten entender su dinamismo demográfico.

De 1950 a 1980 tuvo un crecimiento promedio de 3.8, entre 1980 y 2000 bajó a 2.3, mientras que en el periodo 2000-2005 declinó hasta 0.9, por debajo del crecimiento nacional que fue de 1.15, y para el periodo 2005-2010 la tasa de crecimiento fue de 2.7, superando la media nacional que también se incrementó a 1.69 (figura 1).

Con respecto al crecimiento promedio anual de las poblaciones municipales, Villa de Álvarez, Manzanillo y Armería presentaron los mayores rangos de crecimiento entre 2005 y 2010, con tasas de 3.6, 3.2 y 2.8, respectivamente, mientras que Comala y Cuauhtémoc tuvieron las tasas más bajas con 1.3 y 1.1, respectivamente.

## Distribución por edades

Colima ha sufrido transformaciones sustanciales en la estructura de edades de su población. En 2005 el grupo de edad de 25 a 49 años fue el más importante, al incluir 33.8% de la población colimense. Mientras tanto, las categorías de 0 a 4 y de 5 a 14 años representaron 9.1% y 18.8%, respectivamente. Para el año 2010 el grupo de edad de 25 a 49 fue de nuevo el más importante al incluir a 35.3% de la población colimense. Mientras tanto, las categorías de 0 a 4 y de 5 a 14 años presentaron una disminución, al representar 8.9% y 18.3%, respectivamente (figura 2). Los resultados anteriores permiten identificar

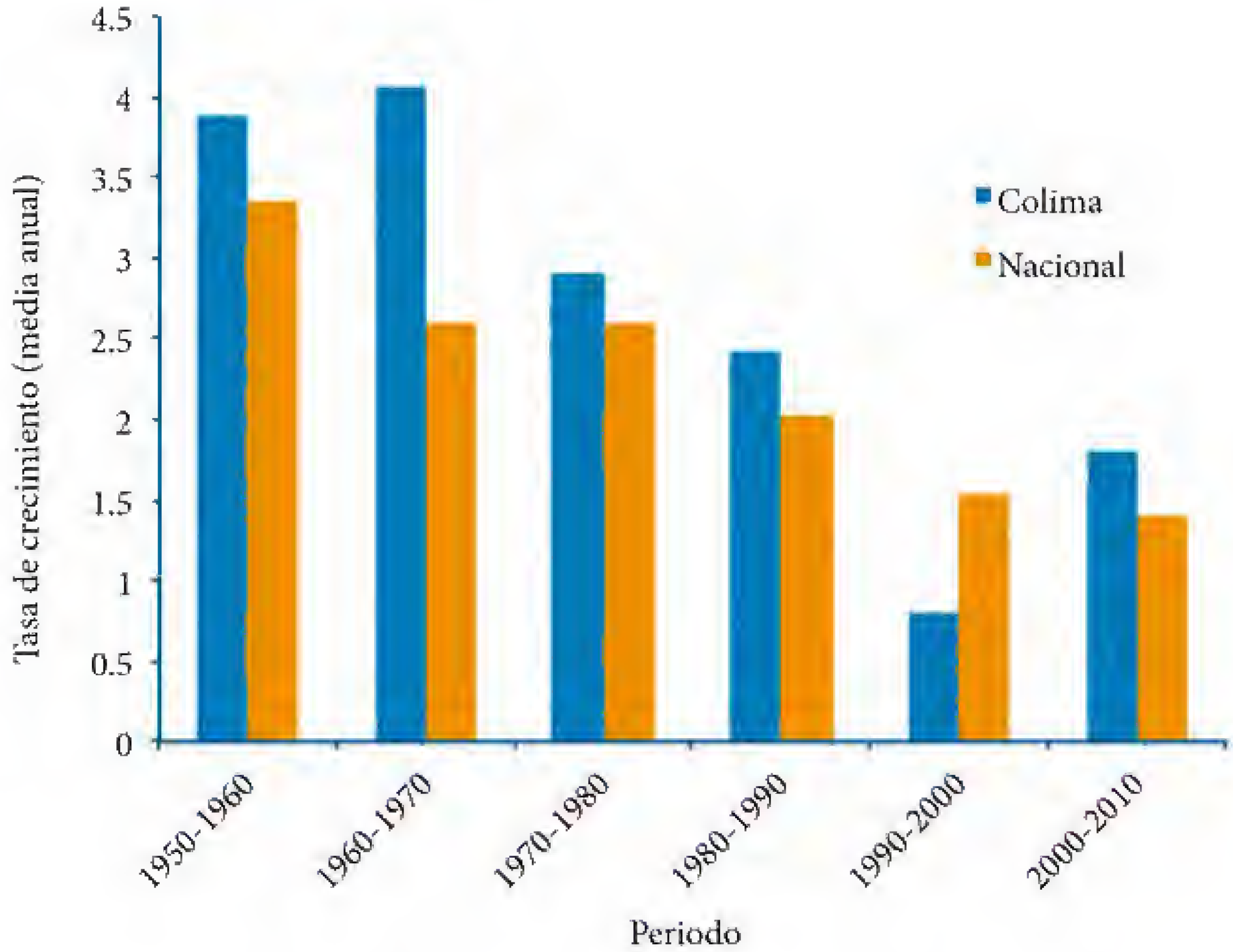



**Figura 1.** Tasa de crecimiento media anual de la población del estado, 1950-2010. Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda, 1950-2010.

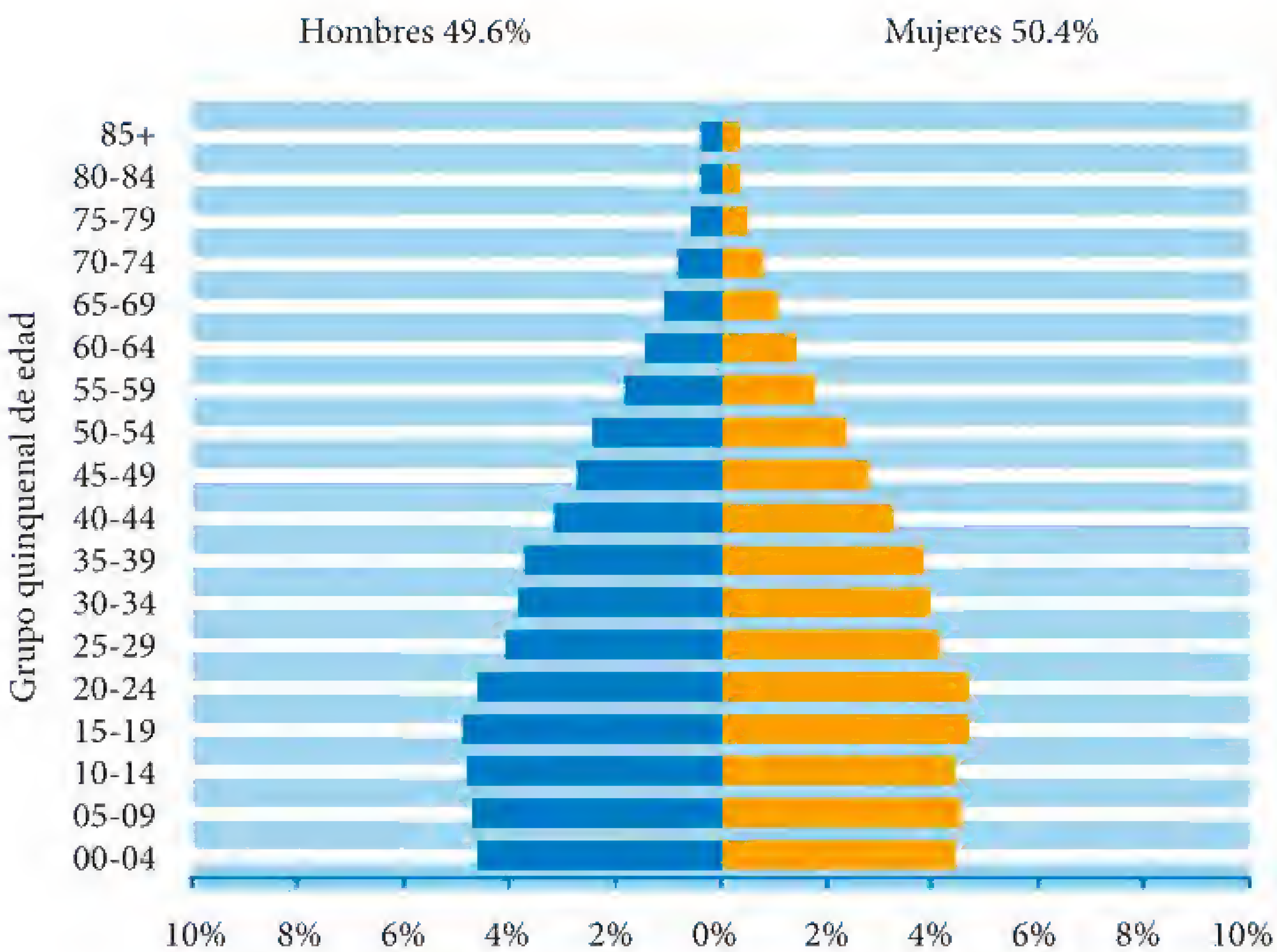



**Figura 2.** Pirámide poblacional por sexos. Fuente: INEGI, Panorama Sociodemográfico de Colima 2010.

que los grupos de menor edad están reduciendo la estructura piramidal de edades.

Estas modificaciones son producto de la disminución en la tasa global de fecundidad en la entidad, ya que entre los años 2000 y 2012, ésta pasó de 2.6 a 2.2 hijos por mujer. La caída significativa del índice de relaciones de dependencia de la población es un dato ilustrativo del impacto que ha generado la reducción de la población menor de 15 años; mientras que en 1990 tal índice tenía un valor de 79.6, en 2005 su valor decreció a 61.5, y en 2010 su valor se redujo a 55, es decir, se ha estado reduciendo el número de personas menores a 14 años y mayores a 65 años, quienes dependen de la población ocupada de 15 a 64 años (INEGI 2010).

## Distribución por géneros

En términos de distribución de género la población femenil casi siempre ha sido mayor que la varonil. A nivel nacional las mujeres representaron 51.2% del total de la población en 2010. El estado ha seguido muy de cerca este patrón, ya que el sexo femenino significó 50.4% en el año de referencia (INEGI 2010).

En el contexto municipal se observa que Manzanillo concentró 50.2% de población masculina, mientras que en Minatitlán, 51.3% de su población estaba conformada por hombres. En Colima y Villa de Álvarez la población femenil significó 51.3%, porcentaje ligeramente superior al promedio nacional (INEGI 2011).

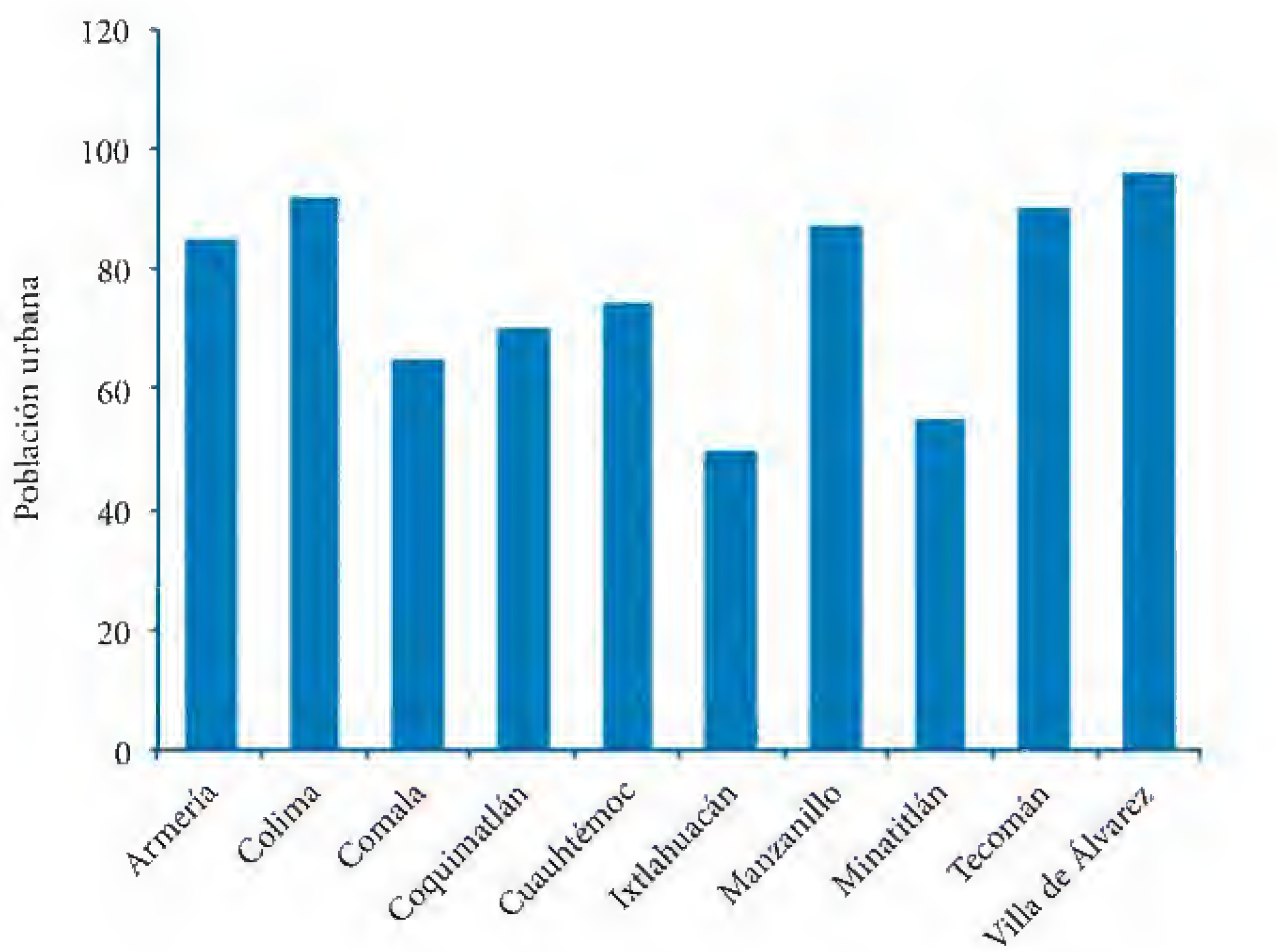



**FIGURA 3.** Población urbana, 2005. Fuente: INEGI 2010.

## Población urbana y rural

Se considera una población rural cuando una localidad cuenta con menos de 2 499 habitantes, y una urbana al ser mayor que tal cantidad (INEGI 2010). La tasa de crecimiento de la población rural ha disminuido gradualmente hasta alcanzar valores negativos: pasó de 1.5 a -0.3, entre 1950 y 2005, dicha disminución continuó para el periodo de 2005-2010, donde la tasa fue de -1.9 (figura 3). En cambio, la población urbana ha seguido un proceso acelerado de crecimiento, permaneciendo alto entre 1950 y 1970 (4.8%), para después disminuir gradualmente a 3.6 en 1990, 1.5 en 2005 y 0.2 en 2010.

En 1960 se rebasa por primera vez el umbral de la población mayoritariamente urbana, con 50.7% de participación. Para el año 2010, el estado tenía una población urbana de 88.7%, misma que habitaba en 15 localidades mayores a los 2 500 habitantes. En el municipio de Villa de Álvarez la población urbana equivalía a 98% de su población total, las más alta de la entidad, seguido por Colima con 93.5%. Mientras que el municipio de Ixtlahuacán pasó de ser un municipio netamente rural a tener un 51.2 de población urbana en 2010, debido a que en 2005 su población total era menor a los 2 500 habitantes (INEGI 2010).

## Distribución y densidad de población

La población de Colima está compuesta por 10 municipios que se encuentran distribuidos en 5 455 km$^2$. La mayor concentración (83.1%) se ubica en cuatro municipios (Manzanillo, Colima, Villa de Álvarez y Tecomán). A nivel municipal la distribución territorial es dispareja, ya que tres municipios se encuentran localizados

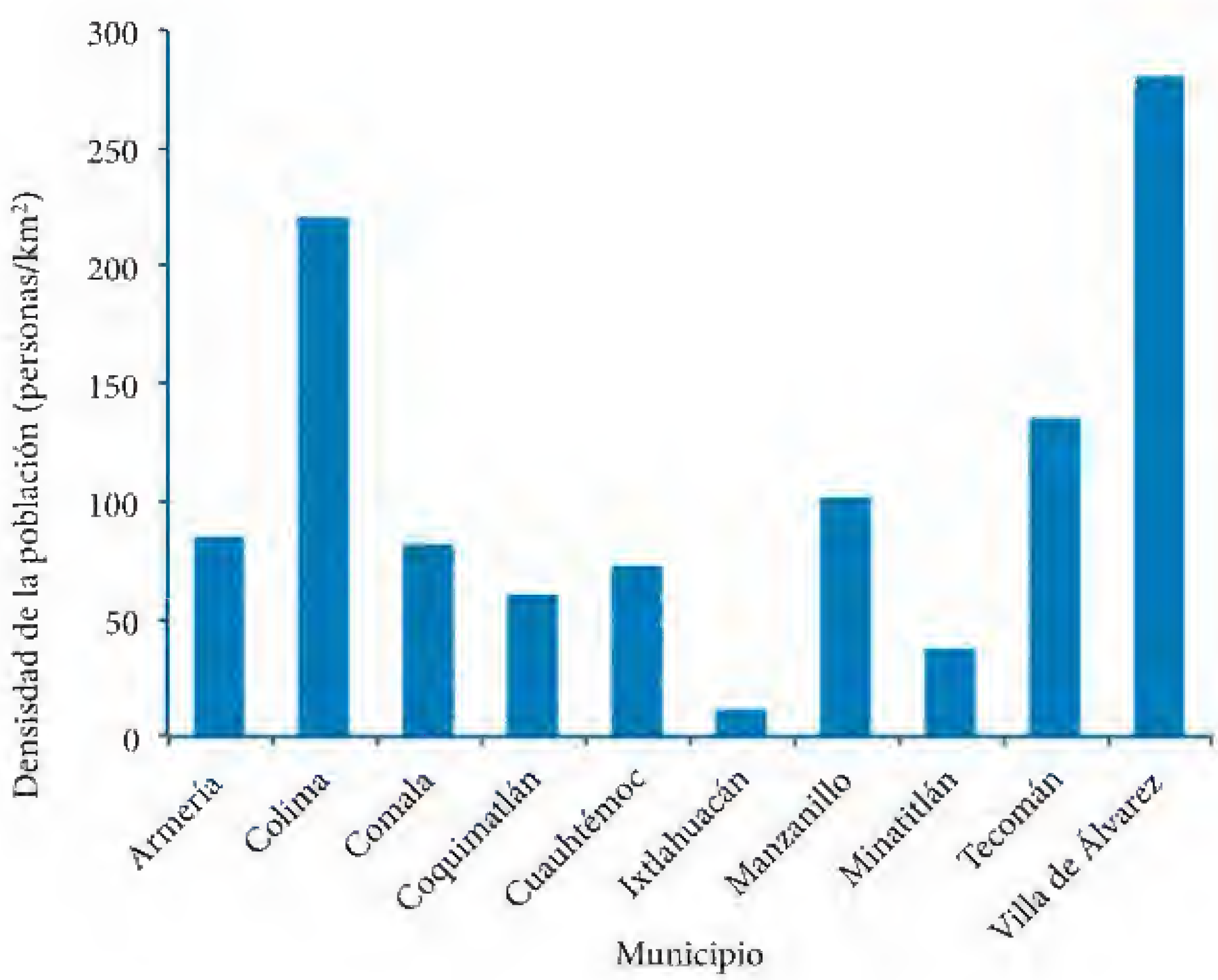



**Figura 4.** Densidad de población, por municipio del estado, 2010. Fuente: INEGI 2010.

en 56.4% de la superficie territorial estatal; Manzanillo ocupa la primera posición al contar con 1578.4 km$^2$, seguido por Tecomán con 834.7 km$^2$ y Colima con 668.2 km$^2$. En contraste, los municipios de Minatitlán y Comala son los más pequeños de la entidad, representando 3.9 y 4.7% de la superficie total.

En el ámbito nacional, en 2010 Colima contó con una densidad de población de 116 habitantes por km$^2$, ubicándose entre las 10 entidades más densamente pobladas del país (INEGI 2010). Del total de sus municipios sólo dos de ellos se encuentran por debajo de la densidad promedio del país: Villa de Álvarez ocupa la primera posición en el estado al concentrar a 280 personas por km$^2$ (figura 4), seguido por Colima y Tecomán con 220 y 135 personas por km$^2$, respectivamente. Los municipios con menor densidad en el estado son: Ixtlahuacán, que sólo presenta 11 personas por km$^2$, y Minatitlán, con 38 habitantes por km$^2$.

## Población indígena

De acuerdo con el documento *Diversidad biológica de México: estudio de país* (CONABIO 1998), México cuenta con un mosaico étnico y cultural muy rico y variado que está compuesto por más de 60 grupos indígenas, de los cuales 65% está concentrado en los estados de Oaxaca, Chiapas, Quintana Roo y Yucatán. En contraste con esos estados, en Colima sólo 4 089 personas mayores a cinco años hablaban alguna lengua indígena, lo que representa 0.6% del total de población y 1% de la población de cinco años y más en la entidad (INEGI 2010), de ellos, 34.8% lo hacían en náhuatl, 19.4% en mixteco, 9.9% en purépecha, 7.0% en zapoteco, 2.5% en mazahua, 1.3% en otomí, 1.3% en amuzgo y 1.2% en maya.

La población de habla indígena se encuentra distribuida espacialmente en los 10 municipios del estado. Por ejemplo, Tecomán y Manzanillo son las localidades que concentran la mayor cantidad de indígenas, con 39.5 y 28.6% del total estatal. Por su parte, Ixtlahuacán, Coquimatlán y Armería presentaron un número reducido de población indígena; 0.2, 0.7 y 3%, respectivamente, con respecto al total estatal, siendo los municipios con menos indígenas.

Con respecto a la estructura de edades, son personas de entre 30 y 64 años y 57% corresponden al sexo masculino. Cabe destacar que la población indígena en Colima disminuyó de 3 971 a 2 889 entre 1980 y 2005, lo que representó una baja de casi 1 000 personas en un lapso de 25 años, no obstante, en el periodo de 2005 a 2010 hubo un incremento a 4 089, es decir, 1 200 personas en un periodo de tiempo relativamente corto (INEGI 2010).

## Nivel de bienestar de la población

El bienestar social en México no ha sido igual para todos sus habitantes. En 2010, de acuerdo con cifras del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), a nivel nacional la población en condiciones de pobreza fue de 52.1 millones de personas, de los cuales 12.8 millones se encontraban en condiciones de pobreza extrema, lo que representó 46.3 y 11.4 por ciento del total de la población. Colima, con respecto a las 32 entidades de la

República Mexicana ocupó el lugar número 25, en porcentaje de población en pobreza, y el 30 en porcentaje de población en pobreza extrema. Por lo tanto, se ubica dentro de las 10 entidades con menor pobreza en el país.

En Colima 32.3% de la población vive en condiciones de pobreza moderada, y sólo 2.5% en pobreza extrema. En lo referente a los indicadores de marginación (CONAPO 2010), en el año 2010 el índice de marginación del estado fue de -1.10, contando con cuatro municipios (Colima, Cuauhtémoc, Manzanillo y Villa de Álvarez) con grados muy bajos de marginación, cuatro más (Comala, Coquimatlán, Minatitlán y Tecomán) con grados bajos de marginación, y sólo dos (Armería e Ixtlahuacán) con grados medios de marginación (CONAPO 2010), destacando que no existe en la entidad algún municipio considerado de alta o muy alta marginación.

El grado de marginación está sustentado por los siguientes indicadores de bienestar social: en 2010 existían en el estado 180 488 viviendas, de las cuales 95.7% eran consideradas como casas independientes, 98.4% tenía agua entubada, 98.5% contaba con drenaje, 99.0% con energía eléctrica, 95.5% con piso diferente de tierra y 98.7% con sanitario. Todos estos indicadores ubican a Colima entre los estados con mayor bienestar social.

Con respecto a la disponibilidad de bienes, en 2010, 95.3% de los hogares tenía una televisión, 92.4% un refrigerador, 72.1% lavadora y 33% contaba con una computadora (INEGI 2010). En 2010, de acuerdo al CONEVAL, se destinaron recursos para 50 programas o acciones encaminados a mejorar el desarrollo social en la entidad, de los cuales cuatro fueron destinados a mejorar la alimentación, 14 estuvieron enfocados al bienestar económico, 13 para educación, dos del ramo de la salud, cuatro para la mejora del medio ambiente, tres para el combate a la discriminación, uno para mejorar las condiciones laborales y cinco para la mejora de las condiciones de vivienda, ejerciendo para dicho año 563.59 millones de pesos en este tipo de programas.

## Referencias

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1998. *La diversidad biológica de México: estudio de país*. México.

CONAPO. Consejo Nacional de Población. 2010. En: <*http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Resource/1529/2/images/DocumentoMetodologicoProyecciones2010_2050.pdf*>, última consulta: 10 de agosto de 2013.

———. 2010. *Índice de Marginación*. En: <*http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion*>, última consulta: 20 de julio del 2015.

———. 2010. Índices de marginación a nivel localidad en 2005. En: <*http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

———. 2010. Situación demográfica de México. En: <*http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Situacion_Demografica_Publicaciones*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

———. 2010. Situación demográfica de México. En: <*http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Situacion_Demografica_Publicaciones*>, última consulta: 20 de julio del 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. En: <*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/*

*TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27303&s=est*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

——— . 2010. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

——— . 2010. Censo de Población y Vivienda. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

——— . 2010. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee12/estatal/col/default.htm*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

——— . 2010. Esperanza de Vida. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

——— . 2010. Panorama Sociodemográfico de Colima. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/col/Panorama_Col.pdf*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

——— . 2010. Panorama sociodemografico de Colima. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/col/Panorama_Col.pdf*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

# Salud

José Manuel Orozco-Plascencia

La salud es un indicador que incide directamente en el bienestar social de la población, incluso es tomado, junto con la educación y el ingreso, como un componente para medir el índice de desarrollo humano. Según el INEGI, en el 2010, 97.87% de la población del estado era derechohabiente de una instancia de salud, ocupando el lugar 20 entre los 32 estados de la República Mexicana (INEGI 2010). Este espacio ofrece la oportunidad de analizar temáticas puntuales relacionadas con el progreso de la salud, como esperanza de vida, mortalidad y morbilidad.

## Esperanza de vida

La esperanza de vida es un indicador que permite identificar la cantidad de años promedio que viven las personas de cierta población, ello en función de su contexto socioeconómico. En México la esperanza de vida en 1930 era de 35.9 años, en 1980 de 67.0; para el 2010, según el INEGI, este indicador fue de 77 años para las mujeres y de 71 para los hombres; en 2013 permaneció casi igual para las mujeres pero se ubicó en 72 años para los hombres (INEGI 2010) Este crecimiento gradual ha sido motivado principalmente por los avances y la mejora de las condiciones de la salud de la población mundial. La esperanza de vida en el estado, en 2010, se encontraba por encima del promedio nacional de 75.4 años, ya que fue de 76.5 años (CONAPO 2010).



Orozco-Plascencia, J.M. 2016. Salud. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 86-89.

## Mortalidad

La mortalidad es una variable que permite identificar el número de personas que fallecen en un periodo dado y en una localidad determinada. Por ejemplo, del 2000 al 2010 fallecieron en México un promedio anual de 510 667 personas, presentándose la incidencia más alta en el 2010, con 592 018 decesos, de los cuales 16.94% fueron causados por enfermedades del corazón, 15.02% por tumores malignos, 12.88% por diabetes y 6.89% por accidentes (INEGI 2010).

A nivel nacional, en 2010 la primera causa de muerte fueron las enfermedades del corazón con 17.4%, la segunda causa fue la diabetes con 13.8%; este último dato es diferente al de Colima, ya que la segunda causa de muerte en el estado han sido por los tumores malignos (INEGI 2010) (cuadro 1).

De acuerdo con información de la CONAPO, la tasa bruta de mortalidad del estado, entre 2000 y 2010, casi se mantuvo estable (5.0 y 5.35, respectivamente), con un registro aproximado de cinco defunciones por cada 1 000 habitantes. Dicha tasa es muy parecida al promedio nacional de 4.8, ubicando a la entidad en el lugar número 15. En 2010 la mortalidad infantil en el estado fue de 3 223 defunciones, 5.6% correspondieron a menores de 15 años. De éstos, siete de cada 10 fueron menores de un año de edad.

**Cuadro 1.** Defunciones generales y sus principales causas, 2010. Fuente: INEGI 2010.

| Causa | Colima | Estructura % |
|---|---|---|
| Enfermedades del corazón | 546 | 16.94 |
| Tumores malignos | 484 | 15.02 |
| Diabetes mellitus | 415 | 12.88 |
| Accidentes | 222 | 6.89 |
| Enfermedades del hígado | 179 | 5.55 |
| Enfermedades cerebrovasculares | 139 | 4.31 |
| Enfermedades pulmonares obstructivas crónicas | 90 | 2.79 |
| Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal | 64 | 1.99 |
| Influenza y neumonía | 69 | 2.14 |
| Desnutrición y otras deficiencias nutricionales | 59 | 1.83 |
| Otras causas | 525 | 16.29 |
| Total | 3 233 | 100.00 |

Por otra parte, se estima que la tasa de mortalidad infantil para 2010, en el estado, fue de 10.8 muertes de menores de un año por cada mil nacidos vivos, tres veces menor a la registrada en 1990, que fue cerca de 35 defunciones por cada mil. La mortalidad infantil en el estado no observa diferencias significativas por sexo: la tasa de mortalidad de los niños es tan sólo 0.8% más alta que la de niñas, sin embargo, por municipio solamente es mayor en Cuauhtémoc (14.7%), Colima (8.8%) y Tecomán (0.7%,) ya que en la mayoría de los otros municipios fallecieron más niñas; además, no hubo fallecimientos del sexo masculino menores de un año en Ixtlahuacán ni del sexo femenino en Cuauhtémoc, en ese mismo periodo. Los municipios de Manzanillo, Armería y Minatitlán presentan los niveles más altos de mortalidad infantil

**Cuadro 2.** Distribución porcentual de las principales causas de muerte por grupos de edad, 2010. Fuente: elaboración propia con datos del Anuario Estadístico del Estado de Colima 2010.

| Grupos de edad y causas de muerte | Porcentaje % |
|---|---|
| Menores de 1 año | 100.00 |
| Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal | 50.00 |
| Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas | 27.30 |
| Desnutrición y otras deficiencias nutricionales | 3.10 |
| Influenza y neumonía | 3.10 |
| Las demás causas | 16.50 |
| 1 a 4 años | 100.00 |
| Accidentes | 35.70 |
| Tumores malignos | 7.10 |
| Influenza y neumonía | 7.10 |
| Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas | 7.10 |
| Las demás causas | 43.00 |
| 5 a 14 años | 100.00 |
| Accidentes | 15.40 |
| Tumores malignos | 11.50 |
| Anemias | 11.50 |
| Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas | 11.50 |
| Las demás causas | 50.10 |

(11.1, 10.8 y 9.8 por ciento, respectivamente). En contraste, el municipio de Colima registra la tasa más baja, 6.8 por ciento. En Colima, durante 2010, las causas principales de defunción entre recién nacidos y niños de 14 años fueron: afecciones originadas en el periodo perinatal, accidentes, malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas, el grupo de desnutrición y deficiencias nutricionales, y el grupo de influenza y neumonía (cuadro 2).

## Morbilidad

La morbilidad es el estudio de los efectos de una enfermedad en una población, tomando en cuenta la proporción de personas que se enferman en un sitio y tiempo determinados, e indicando aquellas enfermedades más recurrentes por las que un paciente egresa de un hospital. Por ejemplo, en 2010 la tasa de morbilidad más alta del país fue causada por las infecciones respiratorias y agudas, ya que debido a estas afecciones egresaron del hospital 28 millones 366 695 pacientes.

La segunda causa de morbilidad fue originada por infecciones intestinales y las mal definidas por otros organismos, al presentarse 4 millones 923 459 personas; por último, la tercera y cuarta razones fueron las infecciones de vías urinarias y las úlceras gástricas, con 3 millones 671 340 y 1 millón 564 669 salidas, respectivamente. Las tasas de morbilidad menores a mil personas se presentaron en enfermedades como: amibiasis intestinal, otitis media aguda, hipertensión arterial, diabetes, varicela, gingivitis, asma, intoxicación por picadura de alacrán, faringitis y amigdalitis, entre otras (Salud 2010).

En total, en el país se registraron 45 millones 080 477 entradas al hospital en 2010. En Colima los porcentajes más altos de morbilidad hospitalaria se registraron de la siguiente forma: 47.3% por embarazo, parto y puerperio; 4.9% por traumatismo y envenenamiento; 5.2% por enfermedades del sistema circulatorio; 3.9% debidas a enfermedades del sistema urinario y 3.8% por diabetes mellitus (Salud 2010).

## Referencias


Congreso del Estado. 2010. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Colima. En: <*http://www.periodicooficial.col.gob.mx*>, última consulta: 9 de agosto del2013.

——— . Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015. En: <*http://www.colima-estado.gob.mx/*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

# Educación

José Manuel Orozco-Plascencia

La educación es un componente fundamental para el desarrollo armónico de las sociedades y es un instrumento que también ha sido utilizado para medir el índice de desarrollo humano de las naciones. México presentó un índice de educación de 0.8190 en 2005, mientras que Colima hizo lo propio con 0.8325, valor por arriba del nacional, situándose en el sitio 14 en el país (PNUD 2005). A continuación se presentan algunos datos sobre el alfabetismo, la escolaridad y escolarización, así como sobre la educación ambiental en el estado.

## Alfabetismo

Se considera alfabeto a una persona mayor de 15 años que tiene la capacidad de leer y escribir. En 2010 la tasa de alfabetismo en México era de 93.1% pero 6.9% era considerado como analfabeto porque no contaba con instrucción. Por su parte, el estado presentó un incremento en su nivel de alfabetismo al pasar de 93% en 2005, a 94.9% en 2010. Sin embargo, 14.3% de esa población tiene la primaria incompleta, 5.1% la secundaria y 19.5% no tiene el bachillerato concluido (INEGI 2010). Cabe señalar que el analfabetismo tiene mayor incidencia en las mujeres, ello en el contexto nacional. En el año de 2010, 8.1% de las mujeres mayores de 15 años no tenían instrucción básica (primaria y secundaria), mientras que para los hombres el parámetro fue de 5.6%. En Colima el dato es similar, ya que la condición de analfabetismo se presenta más acentuada para las mujeres,

Orozco-Plascencia, J.M. 2016. Educación. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 90-94.

con 5.53%, mientras que en los hombres es de 5.34%.

Con respecto a las condiciones de alfabetismo, según la estructura de edades en el estado, el grupo de edad entre 15 y 19 años es el más alfabetizado, con 98.08%, mientras que el menos alfabetizado es el de 65 y más años con 75.81% (INEGI 2010) (cuadro 1).

## Escolaridad

El grado de escolaridad de la población mexicana pasó de 8.1 años, en 2005, a 8.6 años. En Colima pasó de 8.4 a 9 años en promedio, en el mismo lapso (INEGI 2005, 2010). Aunque las cifras para la entidad son ligeramente más altas que los valores nacionales, aún falta mucho para alcanzar los niveles que presentan otros estados de la república mexicana, como el Distrito Federal y Nuevo León (10.5 y 9.8 grados de escolaridad, respectivamente). En cuanto a género, los hombres presentan un grado mayor de escolaridad que las mujeres en el ámbito nacional: en 2010 los primeros tenían 8.7 y las segundas 8.4 años, mientras que en Colima las cifras para los hombres y las mujeres tienden a emparejarse (8.9 y 8.7 años, respectivamente).

**Cuadro 1.** Población de 15 años y más, por grupo quinquenal de edad, según condición de alfabetismo y sexo. Fuente: elaboración propia con datos del Anuario Estadístico del Estado de Colima 2010.

| Grupo de edad | Total | Alfabeta | | | | Analfabeta | | No especificado | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Hombres | Mujeres | % Alfabetas | Total | Hombres | Mujeres | Hombres | Mujeres |
| 15 a 19 | 62 323 | 30 838 | 30 294 | 98.1 | 61 132 | 523 | 274 | 182 | 212 |
| 20 a 24 | 60 070 | 28 757 | 29 962 | 97.8 | 58 719 | 569 | 409 | 161 | 212 |
| 25 a 29 | 53 136 | 25 228 | 26 591 | 97.5 | 51 819 | 659 | 430 | 107 | 121 |
| 30 a 34 | 50 521 | 23 693 | 25 200 | 96.8 | 48 893 | 792 | 587 | 105 | 144 |
| 35 a 39 | 48 863 | 23 049 | 24 301 | 96.9 | 47 350 | 721 | 593 | 98 | 101 |
| 40 a 44 | 41 432 | 19 284 | 20 480 | 96.0 | 39 764 | 727 | 782 | 90 | 69 |
| 45 a 49 | 35 812 | 16 653 | 17 403 | 95.1 | 34 056 | 783 | 830 | 69 | 74 |
| 50 a 54 | 30 917 | 14 362 | 14 625 | 93.8 | 28 987 | 815 | 974 | 70 | 71 |
| 55 a 59 | 23 301 | 10 677 | 10 564 | 91.2 | 21 241 | 845 | 1 089 | 59 | 67 |
| 60 a 64 | 18 355 | 7 967 | 8 119 | 87.6 | 16 086 | 914 | 1 238 | 58 | 59 |
| 65 y más | 40 373 | 14 918 | 15 689 | 75.8 | 30 607 | 4 161 | 5 141 | 205 | 259 |
| Total | 465 103 | 215 426 | 223 228 | 94.3 | 438 654 | 11 509 | 12 347 | 1 204 | 1 389 |

Con respecto a la escolarización, en el ciclo escolar 2010-2011 estaban registrados como inscritos en el estado 133 614 alumnos en educación básica (preescolar primaria y secundaria), en media superior había 31 532 alumnos y en el nivel superior 18 259.

En el año 2010 la matrícula escolar, en educación preescolar, era de 23 769, 77 035 en primaria, 32 810 en secundaria, 1 878 en profesional-técnico, 23 654 en bachillerato, 1 437 en la normal de maestros, 16 822 en licenciatura y 815 en posgrado (INEGI 2010).

## Educación ambiental

Según Castro y Balzaretti (2000):

> La educación ambiental es un enfoque en el que, mediante diversos procesos se aclaran conceptos y se reconocen valores para fomentar las destrezas y actitudes que conducen a una relación equilibrada con el entorno, para la toma de decisiones y ejecución de acciones. Es un instrumento privilegiado que instituye una nueva ética que puede ser abordada por la pedagogía desde tres ámbitos: la educación formal (impartida en las escuelas); la informal (se promueve en la cotidianidad) y la no informal (procesos educativos al margen de la escuela).

En el estado existen esfuerzos por promover los tres ámbitos educativos ambientales anteriormente referidos. Por ejemplo, en el terreno formal la Universidad de Colima cuenta con un Centro Universitario de Gestión Ambiental (CEUGEA), el cual tiene como objetivos los siguientes: incidir en los contenidos transversales de los programas académicos, en la capacitación para el manejo ambiental y en la promoción de valores y aptitudes ambientales en la comunidad universitaria. El CEUGEA, además, realiza diplomados, cursos y talleres para la incorporación ambiental en programas de educación media superior y seminarios con perspectiva ambiental en la educación superior. Asimismo, cuenta con programas de liderazgo ambiental, seminarios de ecología y sobre el manejo de áreas verdes (CEUGEA 2009). Este proyecto se aborda en el apartado Gestión ambiental en la Universidad de Colima, que se incluye en esta obra.

Desde el punto de vista de la educación no informal, instancias de gobierno como el Departamento de Educación y Capacitación Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), delegación Colima, coordina y desarrolla proyectos de formación y capacitación para mejorar la calidad en la gestión pública que llevan a cabo funcionarios del sector ambiental, la formación de promotores ambientales, el uso de alternativas más amigables con el medio ambiente, etc. Además, impulsa toda iniciativa que provenga de los jóvenes, las organizaciones sociales y la ciudadanía, que en general promueva la participación ciudadana y el desarrollo de la cultura ambiental (SEMARNAT 2008).

De acuerdo con información del Plan de Educación Ambiental para el Estado de Colima (Dirección Estatal de Ecología 2007), el Comité Estatal de Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable, abre convocatorias para apoyar a diferentes instituciones y organizaciones no gubernamentales, en la realización de proyectos que promuevan acciones para impulsar

una cultura de respeto y cuidado del ambiente en la sociedad colimense. Utiliza como herramientas fundamentales la educación ambiental, la capacitación para el desarrollo sustentable y la comunicación educativa.

De igual forma, la Dirección Estatal de Ecología de la Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de Colima (2007) promueve la educación ambiental, a través de concursos como el Séptimo Premio Estatal de Ecología "Dr. Miguel Álvarez del Toro", en reconocimiento a quienes realicen o hayan realizado acciones relevantes en materia de protección, conservación y mejoramiento del ambiente, así como el manejo sustentable de los recursos naturales. Además, su sitio electrónico contiene una bitácora ambiental sobre el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán.

En lo que respecta a la educación informal, existen grupos de la sociedad civil que buscan ampliar el conocimiento ambiental de la entidad, entre ellos Bios-Iguana, organización que busca difundir la legislación en materia de preservación y cuidado del medio ambiente. Bios-Iguana actualmente administra el Museo de la Iguana, trabaja en brigadas de apoyo para la conservación de las tortugas marinas y realiza semanas de apoyo a la biodiversidad en los municipios de Colima.

Finalmente, se presentan ejemplos de proyectos de educación ambiental que han sido aprobados por el Congreso del Estado de Colima, aunque con asignaciones modestas de recursos (aproximadamente medio millón de pesos para estos proyectos):

- Secretaría de Desarrollo Urbano: *a)* curso-taller Actualización en educación ambiental, dirigido a docentes de nivel preescolar; *b)* reunión para diseñar la campaña práctica Cómo mejorar el ambiente en nuestro hogar; *c)* cursos-talleres Formación de promotores ambientales e Introducción a la comunicación ambiental.
- SEMARNAT: aplicación del curso-taller Encaucemos el agua.
- Talleres del Instituto Tecnológico de Colima: *a)* Capacitación para la gestión integral de los residuos sólidos (Comala); *b)* Formación de jóvenes promotores ambientales; *c)* Jóvenes por un consumo sustentable.
- CEUGEA de la Universidad de Colima: *a)* campaña Promoción de la Carta de la Tierra en el estado de Colima y *b)* Encuentro juvenil proambiental.
- Bios-Iguana, A.C: Formación de promotores ambientales comunitarios.
- Delegación Federal de SEMARNAT en Colima: eventos masivos de cultura ambiental y plantación de árboles, en el marco del programa Pro-Árbol.

## Referencias


Castro, E. y K. Balzaretti. 2000. La educación ambiental no formal, posibilidades y alcances. *Educar* 13. En: <*http://www.agua.org.mx/index.php/component/content/article/93-agua-y-educacion/-sp-716/574--la-educacion-ambiental-no-formal-posibilidades-y-alcances*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

CEUGEA. Centro Universitario de Gestión Ambiental. 2009. Universidad de Colima. En: <*http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/cgic/ceugea/*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2005. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/escolaridad.aspx?tema=P*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

——— . 2010. En: <*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27303&s=est*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

——— . 2010. Censo de Población y Vivienda. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

——— . 2010. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee12/estatal/col/default.htm*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Esperanza de Vida. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

——— . 2010. Panorama Sociodemográfico de Colima. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/col/Panorama_Col.pdf*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

——— . 2010. Panorama sociodemográfico de Colima. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/col/Panorama_Col.pdf*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2005. Informe sobre Desarrollo Humano México 2004: el reto del desarrollo local. Mundi-Prensa. México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Delegación Colima. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/estados/Paginas/colima*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

# Economía

Víctor Hugo Torres-Preciado

En este apartado se describen las principales características económicas del estado, las cuales permiten contextualizar al sociosistema asociado a la biodiversidad de la entidad. Para tal efecto es necesario entender a la economía estatal como un sistema en el que interactúan empresas, consumidores y gobierno, para producir bienes y servicios que satisfacen las diferentes necesidades de la sociedad. Para caracterizar dicho sistema se utilizaron dos variables: la producción de bienes y servicios, y el nivel de empleo. Se parte de reconocer que la producción de bienes y servicios se lleva a cabo mediante la utilización de los factores de la producción, trabajo, capital y tierra. Este último factor, directamente relaciona la economía con la biodiversidad, a partir del aprovechamiento de los recursos naturales. Para este estudio se utilizaron datos del periodo 2006-2010.

## Distribución del producto interno bruto (PIB) y la población ocupada (PO) por sector

Una forma de conocer si el sistema económico funciona adecuadamente es observando el comportamiento, a través del tiempo, del nivel de producción de bienes y servicios. Esto se puede evaluar mediante la utilización del producto interno bruto (PIB); este indicador mide la producción total de bienes y servicios finales de las unidades económicas ubicadas al interior del estado, a precios de mercado.

Torres-Preciado, V.H. 2016. Economía. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 95-100.

Al respecto, en la figura 1 se muestra que el PIB de la entidad ha evolucionado favorablemente durante el periodo de 2006 a 2010 (el PIB se ha calculado a precios del 2003), siendo entonces el PIB real (producción de bienes y servicios finales producidos en un país) lo que se describe en esa gráfica. El cálculo del PIB real consiste en dividir el PIB nominal (valor total de los bienes y servicios a precios de cada año) entre un IPC (índice de precios); por ejemplo, el índice de precios al consumidor o el deflactor del PIB (variaciones de los precios), entre otros, con lo cual se elimina el efecto de los precios en la producción. Con excepción de 2009, año en que se observa una disminución en la actividad económica general en Colima, se advierte un periodo de prosperidad en la producción económica.

El sistema económico de Colima se clasifica en tres sectores productivos: primario, secundario y terciario. El sector primario incluye las actividades agrícolas, pecuarias, silvícolas y las de caza y pesca, las cuales dependen ampliamente de los recursos naturales y se caracterizan por contar, en términos generales, con tecnologías poco actualizadas. Por su parte, el sector secundario (también denominado industrial) está conformado por las actividades de transformación, tales como la manufactura de productos, e incluye la producción de electricidad, construcción y abastecimiento de agua, entre otras actividades. Finalmente, el sector terciario, o de servicios, incluye las actividades de servicios de hotelería, restaurantes, bancarios, de educación, transporte, turismo y comercio de bienes y servicios finales.

De acuerdo con la figura 2, en 2006 el sector terciario contribuyó con 53.5% de la producción económica total del estado, seguida del sector secundario con 33.6% y el primario con

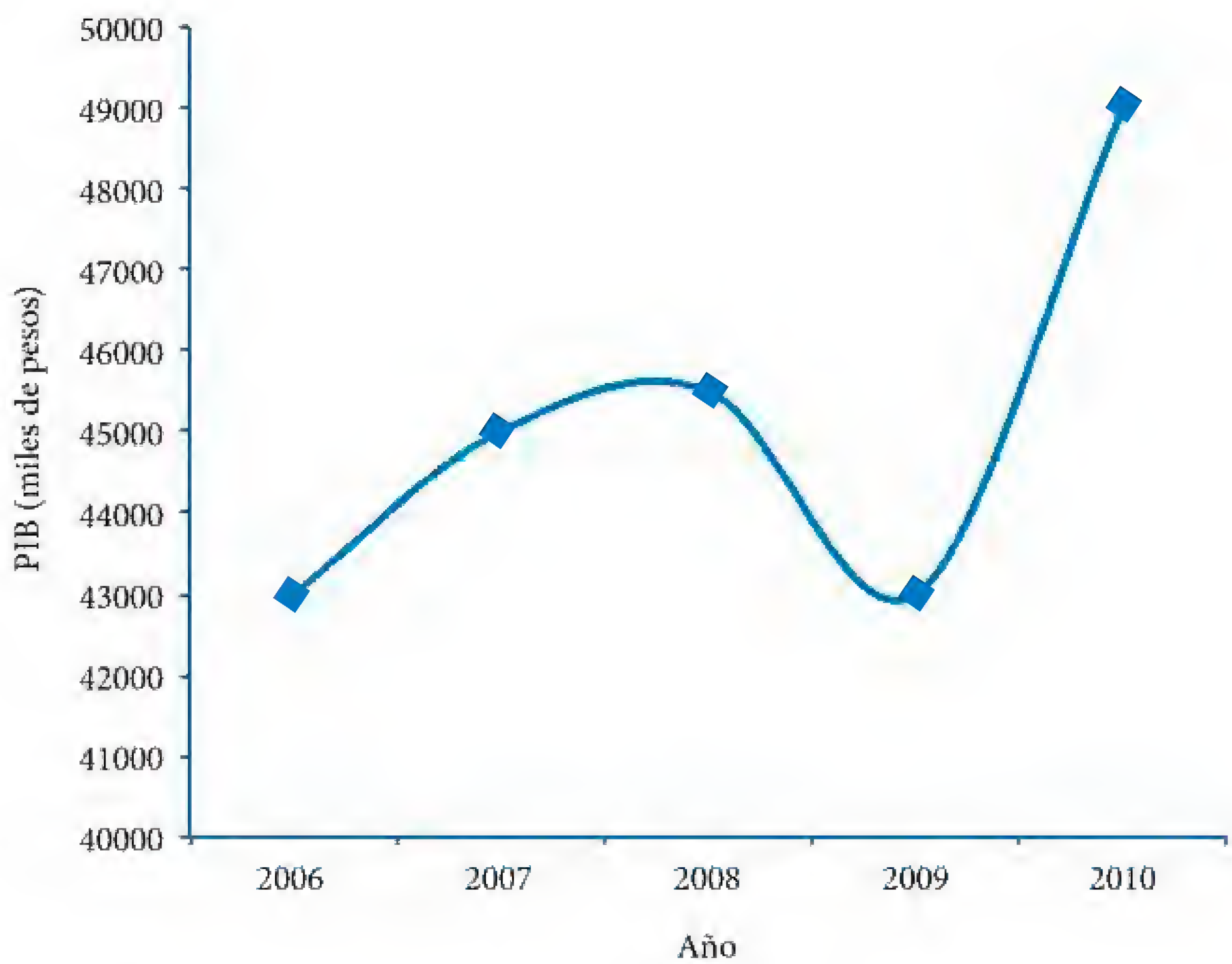



**Figura 1**. Evolución del producto interno bruto (PIB) del estado (precios de 2003). Fuente: anuarios estadísticos del estado de Colima, 2006 a 2010, y consulta interactiva de datos.

6.1%. En los siguientes años esta estructura ha prevalecido con un ligero aumento en la participación del sector secundario y una mínima disminución en la contribución del sector servicios. Esta situación significa que el sector terciario es de primordial importancia para la actividad económica estatal, en relación con los sectores primario y secundario. Este esquema puede ser interpretado desde varias perspectivas, una de las cuales establece que las actividades de servicios agregan más valor al bien y servicio final que el ofertado, en comparación con el resto de actividades en los otros sectores.

Por su parte, el sector primario se sitúa como la parte productiva más débil de la economía colimense. La poca importancia, en términos de producción, se relaciona con la presencia de unidades de producción primaria que utilizan tecnología obsoleta, lo cual da lugar a bajos niveles de productividad y valor agregado. A su vez, los agentes involucrados en el sector primario enfrentan serios problemas de intermediación en la comercialización de sus productos, evitando la venta directa y favoreciendo las ventas a precios bajos. Sin embargo, el sector primario es la fuente de alimento, vestido y medicina para la sociedad, lo cual le da una importancia cualitativa mayor respecto al resto de los sectores. De manera particular, la producción primaria no ha evolucionado favorablemente, en comparación con la producción total del estado. Se observa una pequeña disminución en los años de análisis (figura 3).

Desde el punto de vista económico, la actividad más importante al interior del sector primario es la agricultura, seguida de la pecuaria, la pesca y la silvicultura. Por ejemplo, en 2010, 66% corresponde a las actividades agrícolas (cultivos cíclicos y perennes), 26.8% a las pecuarias (producción de carne en canal, leche, pieles, lana, huevo, miel

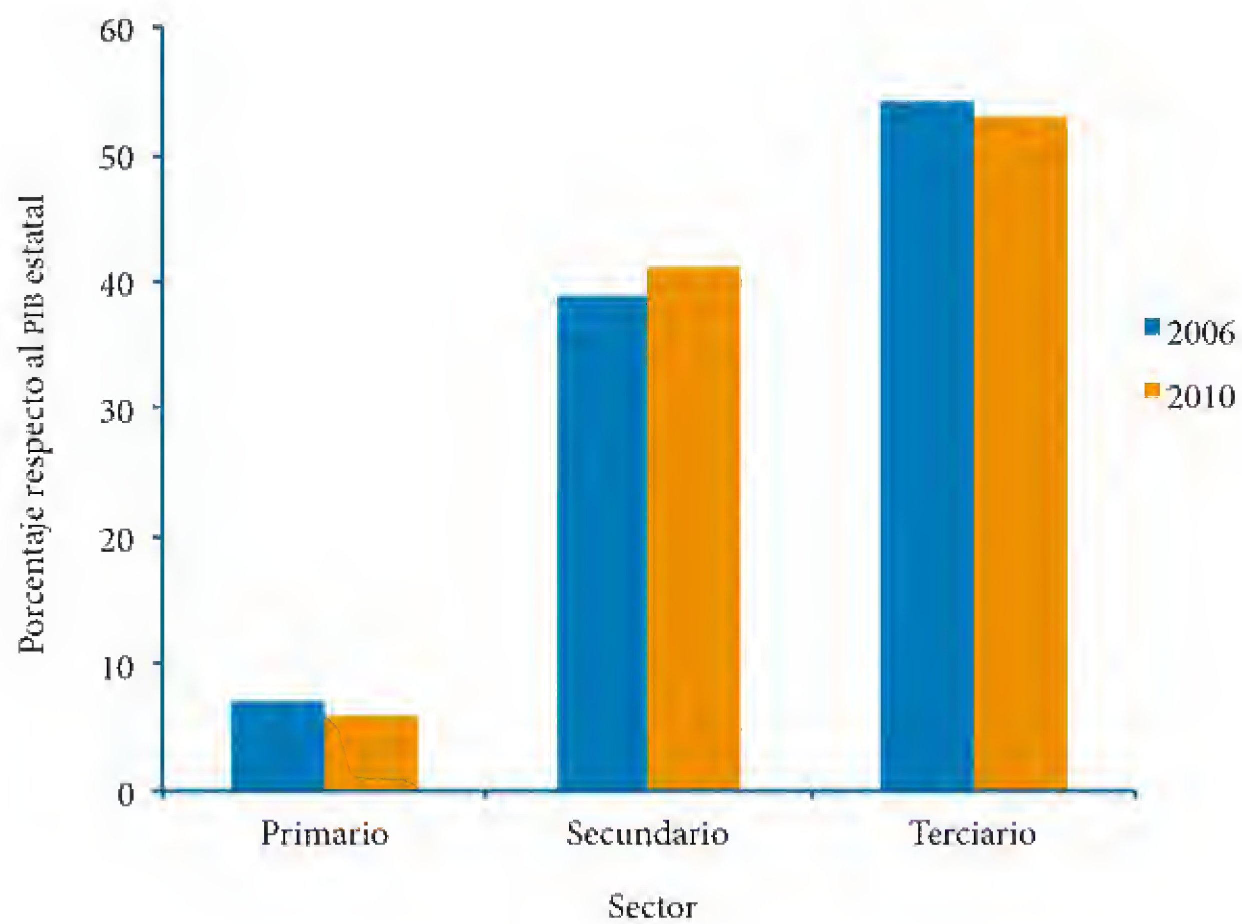



**Figura 2.** Distribución sectorial del producto interno bruto (pib) del estado. Fuente: elaboración propia con información del inegi, anuarios estadísticos del estado de Colima, 2006 a 2010, y consulta interactiva de datos.

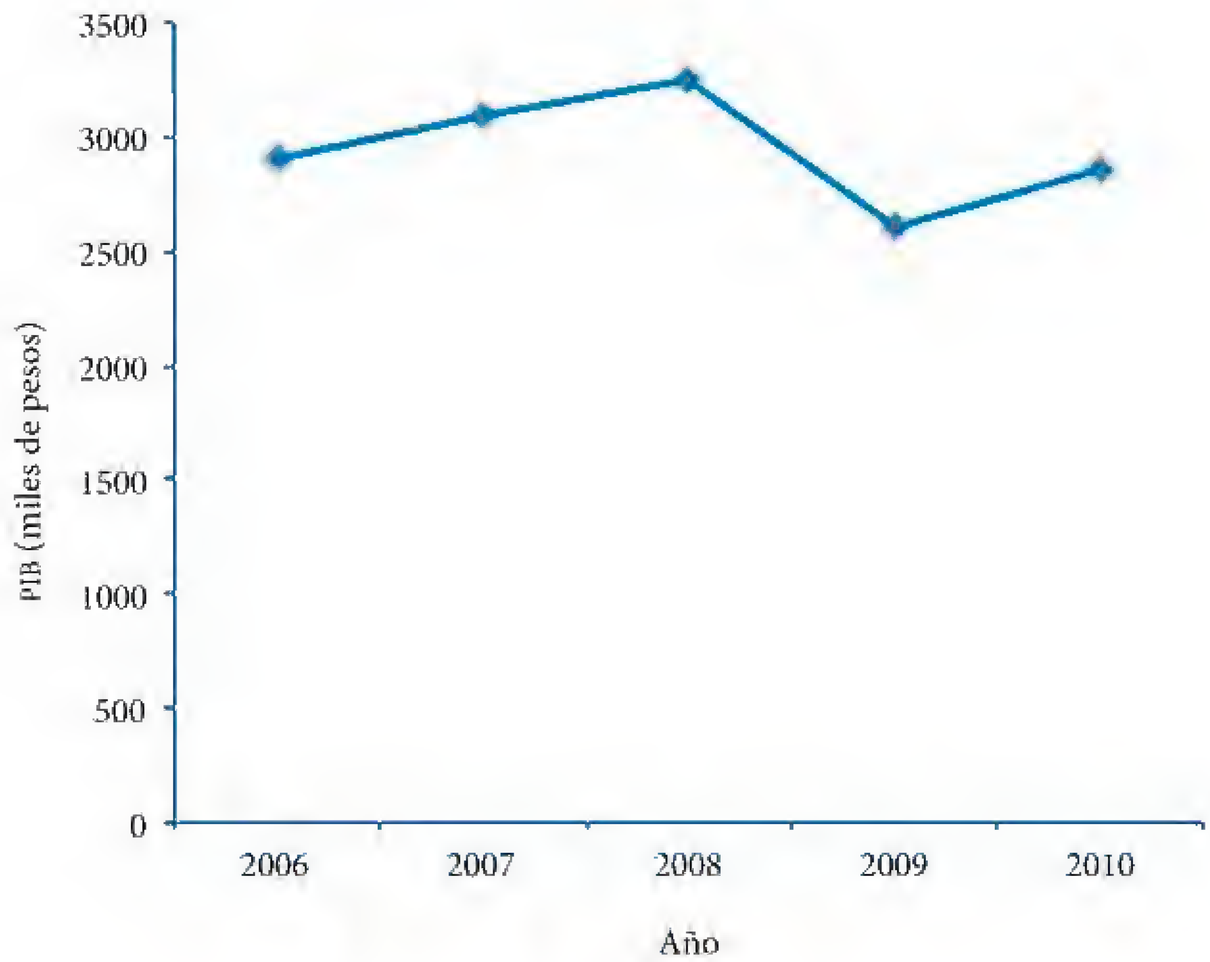



**Figura 3.** Evolución del producto interno bruto (PIB) del sector primario del estado. Fuente: elaboración propia con información del INEGI, anuarios estadísticos del estado de Colima, 2006 a 2010, y consulta interactiva de datos.

y cera), 7% a la pesca y solamente 0.2% a la producción silvícola maderable y no maderable.

Respecto a la agricultura, los productos perennes representaron 78% del valor total de la producción agrícola en el estado, sobresaliendo los cultivos de limón y plátano, que en conjunto representan 33.2% del valor total de éstos. Un 66.7% restante corresponde a los cultivos cíclicos, sobresaliendo el melón, el jitomate y el chile verde, que en conjunto reúnen 52% del valor total de este tipo de cultivos.

En el caso de la actividad pecuaria, la producción de carne en canal representa 81.1% de su valor total, y al interior de esta última actividad la carne de aves representa 57.8% y la porcina 32.5%. En cuanto a la actividad forestal maderable sobresale la explotación de las latifoliadas y las coníferas, con 23% y 7.1% del valor total producido, respectivamente, mientras que en la actividad pesquera el mayor valor producido proviene del atún, el barrilete y el camarón cultivado, con 63.3, 16.9 y 7.2% del valor total, respectivamente (SAGARPA, 2010).

## Empleo

Además del PIB, otra alternativa para conocer el funcionamiento del sistema económico es a partir de la generación de empleo. Debido a que el PIB y el nivel de empleo están estrechamente vinculados, es de esperar que cuanto mayor sea la actividad económica, como el aumento del crecimiento económico (PIB), mayor será la ocupación; en otras palabras, mayor será el número de personas que obtengan un puesto de trabajo y menor la tasa de desempleo.

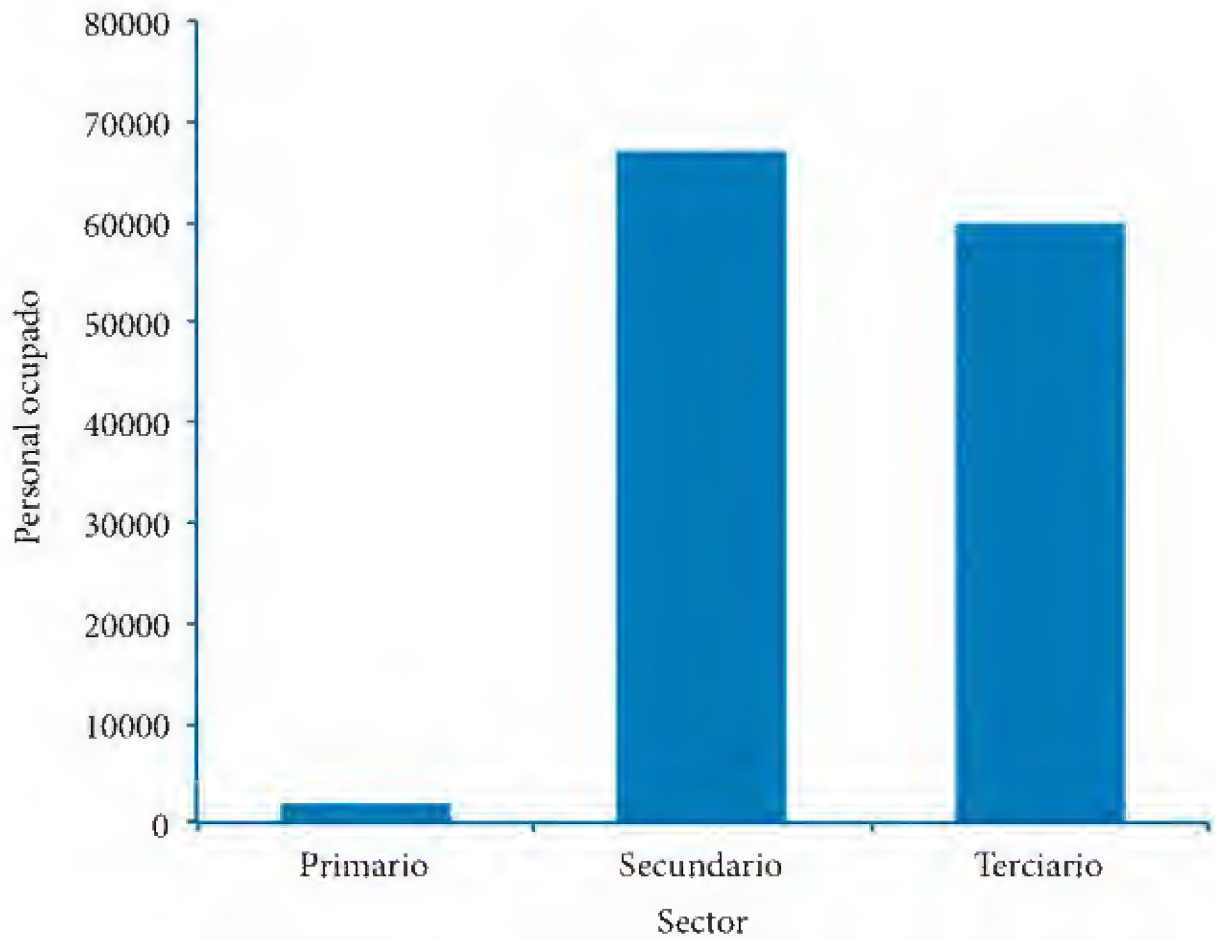



**Figura 4.** Distribución sectorial de la población ocupada en el estado, 2010. Fuente: elaboración propia con datos del Anuario Estadístico de Colima 2010.

En Colima la población ocupada en 2010 fue de 128 913 personas (figura 4). Al revisar los sectores económicos se observa que el sector industrial (secundario) se ha consolidado como la principal actividad proveedora de empleo en el estado; lo sigue el sector servicios (terciario) con 46.16% y, por último, el sector primario, con menos de 5% de aportación de empleo para la entidad (INEGI 2010).

## Referencias


CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2011. Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento. En: <*http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/DSAPAS%20Edicion%202011.pdf*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

——— . 2010. En: <*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27303&s=est*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

——— . 2010. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee12/estatal/col/default.htm*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

——— . 2010. Censo de Población y Vivienda. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 2010. Esperanza de Vida. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

———. 2010. Panorama Sociodemográfico de Colima. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/col/Panorama_Col.pdf*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

———. 2010. Panorama sociodemografico de Colima. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/col/Panorama_Col.pdf*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 2012. Anuario Estadístico de Colima 2012. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee12/estatal/col/default.htm*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2010. Programas procampo. En: <*http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Programas/procampo/Paginas/procampo.aspx*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

SEDUR. Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de Colima. 2007. Plan de Educación Ambiental para el Estado de Colima. Dirección Estatal de Ecología. México.

# Infraestructura

Víctor Hugo Torres-Preciado

En el presente apartado se describe el acervo de la infraestructura de transporte, energética y de abastecimiento de agua con que cuenta Colima. La infraestructura es un factor productivo importante para el desarrollo económico y social de la entidad, sin embargo, su construcción también significa ejercer diferentes niveles de intervención en los ecosistemas naturales del estado, por lo que en este apartado también se esbozarán los tipos de impactos potenciales que resultan de la infraestructura productiva.

## Transporte

En este ámbito se considera que el estado cuenta con una red de carreteras adecuada y suficiente para promover la actividad económica al interior de la entidad. En 2005 Colima contaba con 2 135 km de carreteras; para 2011 habían aumentado a 2 275 km, es decir, un aumento promedio anual de 1.06% (INEGI 2012).

La red carretera en el estado se caracteriza porque la mayor longitud corresponde a los caminos rurales, seguidos de las vías secundarias (accesos a la red troncal) y las troncales (carreteras interestatales o con tránsito de larga distancia). Estas cifras parecen indicar que se está fortaleciendo la interconexión al interior del estado, principalmente en áreas geográficas próximas entre sí.

Torres-Preciado, V.H. 2016. Infraestructura. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 101-106.

Por otro lado, en los últimos años parece evidente la disminución en la dotación (construcción) de carreteras troncales destinadas al tránsito de largas distancias (cuadro 1).

Contrario a lo que sucede en la red de caminos secundarios, la longitud de caminos rurales disminuyó durante el periodo 2005-2011, con una tasa promedio de 0.67% por año; no obstante, la mayor dotación de infraestructura carretera en el estado sigue perteneciendo a los caminos rurales. De esta forma la infraestructura carretera cumple con el objetivo de apoyar el progreso económico de la entidad, facilitando el tránsito vehicular entre las diferentes áreas geográficas del estado, incluso hacia el exterior. Esto es particularmente relevante si consideramos que en 2011 el número de vehículos automotores ascendió a 223 820 unidades, de los cuales 53% correspondía a automóviles y 36% a vehículos de carga, y en menor proporción se encuentran los camiones de pasajeros y las motocicletas (cuadro 2).

Si bien la infraestructura carretera ha tenido un avance importante, no es la única que contribuye al desarrollo de la entidad, también se cuenta con infraestructura ferroviaria, portuaria y aérea. Por ejemplo, en 2005 el estado contaba con 251 km de vías férreas, de las cuales la mayor proporción corresponde a la red troncal y en menor medida a la red auxiliar y de particulares (INEGI 2012).

Es importante destacar que la red ferroviaria cumple un papel esencial para el desarrollo del sector manufacturero del estado, particularmente de la industria de la transformación y la

**Cuadro 1.** Longitud de la red carretera municipal (en km), por tipo de camino en el estado, 2010. Fuente: elaboración propia con información del Anuario Estadístico de Colima, INEGI 2012.

| Municipio | Total | Troncal | Secundaria | | Caminos rurales y vecinales | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Pavimentadas | Pavimentadas | Revestidas | Pavimentados | Revestidos | Empedrados |
| Armería | 121 | 34 | 38 | 0 | 18 | 23 | 4 |
| Colima | 262 | 69 | 75 | 3 | 50 | 49 | 4 |
| Comala | 140 | 0 | 32 | 5 | 12 | 40 | 18 |
| Coquimatlán | 64 | 0 | 14 | 0 | 32 | 19 | 0 |
| Cuauhtémoc | 159 | 38 | 80 | 2 | 0 | 5 | 16 |
| Ixtlahuacán | 217 | 0 | 45 | 11 | 69 | 78 | 0 |
| Manzanillo | 396 | 155 | 83 | 31 | 47 | 61 | 1 |
| Minatitlán | 212 | 23 | 19 | 7 | 6 | 95 | 31 |
| Tecomán | 291 | 97 | 101 | 11 | 45 | 21 | 8 |
| Villa de Álvarez | 53 | 0 | 46 | 0 | 0 | 6 | 0 |
| Total | 2 275 | 416 | 533 | 69 | 279 | 755 | 82 |

**Cuadro 2.** Vehículos de motor en circulación, por municipio, 2010. Fuente: elaboración propia con datos del Anuario Estadístico del Estado de Colima 2010.

| Municipio | Total | Porcentaje | Automóviles | Porcentaje | Camiones de pasajeros | Porcentaje | Camiones de carga | Porcentaje | Motocicletas | Porcentaje |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Armería | 8 028 | 3.6 | 2 547 | 2.1 | 11 | 1.5 | 4 677 | 5.8 | 793 | 3.3 |
| Colima | 70 096 | 31.3 | 41 595 | 35.1 | 345 | 46.7 | 20 700 | 25.7 | 7 456 | 31.3 |
| Comala | 5 274 | 2.4 | 2 159 | 1.8 | 7 | 0.9 | 2 891 | 3.6 | 217 | 0.9 |
| Coquimatlán | 5 227 | 2.3 | 1 934 | 1.6 | 4 | 0.5 | 2 835 | 3.5 | 454 | 1.9 |
| Cuauhtémoc | 8 891 | 4 | 3 891 | 3.3 | 7 | 0.9 | 4 767 | 5.9 | 226 | 0.9 |
| Ixtlahuacán | 1 604 | 0.7 | 489 | 0.4 | 4 | 0.5 | 1 082 | 1.3 | 29 | 0.1 |
| Manzanillo | 51 343 | 22.9 | 27 598 | 23.3 | 242 | 32.7 | 17 069 | 21.2 | 6 434 | 27 |
| Minatitlán | 2 009 | 0.9 | 721 | 0.6 | 2 | 0.3 | 1 247 | 1.5 | 39 | 0.2 |
| Tecomán | 30 693 | 13.7 | 12 202 | 10.3 | 99 | 13.4 | 14 395 | 17.9 | 3 997 | 16.8 |
| Villa de Álvarez | 40 655 | 18.2 | 25 515 | 21.5 | 18 | 2.4 | 10 919 | 13.6 | 4 203 | 17.6 |
| Total | 223 820 | 100 | 118 651 | 100 | 739 | 100 | 80 582 | 100 | 23 848 | 100 |

minería, ya que en 2011, 88% de la carga total transportada por este medio correspondió a productos minerales e industriales.

Por otro lado, el estado cuenta con uno de los puertos más importantes del país en el manejo de carga marítima con destino nacional e internacional: el puerto de Manzanillo. De acuerdo a los datos estadísticos de INEGI, en 2011 este puerto, a través de la Administración Portuaria Integral (API), manejó más de 25 millones de toneladas de carga marítima, lo que representó un aumento de 56% respecto a 2005. Para lograr lo anterior se dispone de una infraestructura moderna y adecuada; ya en 2011 había 7 555 $m^2$ de infraestructura de atraque, de la cual 60% tiene fines comerciales, 11.4% atiende las actividades pesqueras y el resto se distribuye entre las actividades de Petróleos Mexicanos (PEMEX), las de la Armada de México y las turísticas, entre otras (INEGI 2012).

Con respecto a la infraestructura aérea, el estado tiene dos aeropuertos: uno de ellos es el aeropuerto nacional Miguel de la Madrid Hurtado, ubicado en el municipio de Cuauhtémoc, el cual cuenta con 2 300 m de pistas de aterrizaje y atiende únicamente vuelos nacionales. El otro es el aeropuerto internacional de Manzanillo, localizado en el municipio de Manzanillo, el cual cuenta con 2 200 $m^2$ de pistas de aterrizaje y atiende tanto vuelos nacionales como internacionales. Este último aeropuerto es el que mayor actividad presenta, con 58% de los vuelos atendidos en 2011; el resto de vuelos se efectuaron en el aeropuerto nacional Miguel de la Madrid Hurtado (INEGI 2012).

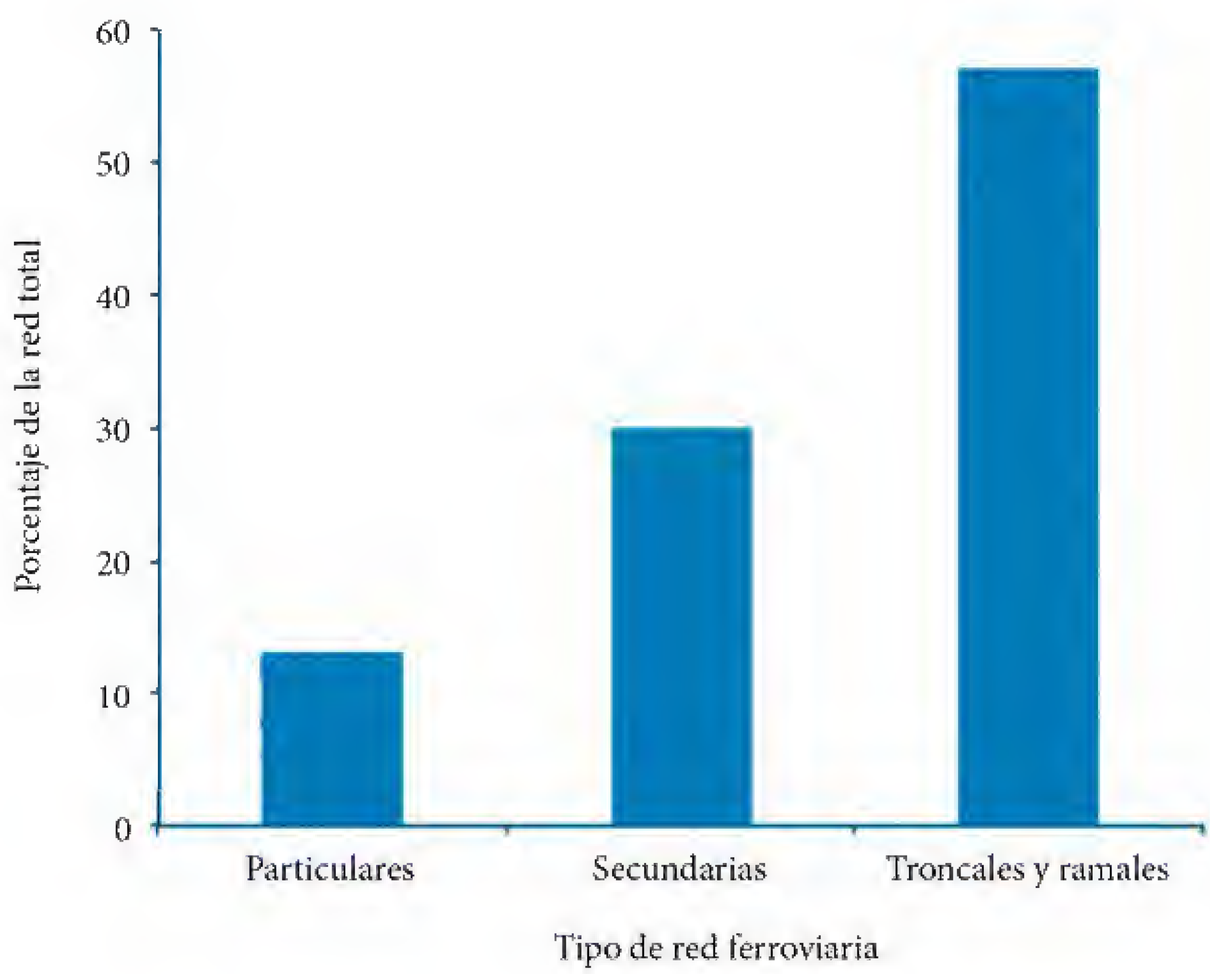



**Figura 1.** Distribución de la longitud de la red ferroviaria del estado, 2010. Fuente: elaboración propia con datos del Anuario Estadístico del Estado de Colima.

## Energía

Colima cuenta con dos de las 27 plantas termoeléctricas que producen electricidad en el país, las cuales en 2011 produjeron 7 649 gigawatts por hora. En este sentido, los sectores con mayor demanda de electricidad al interior de la entidad son el residencial y el industrial, con 86 y 11% del total estatal, respectivamente (cálculos propios con información del INEGI 2010). Ambas plantas están ubicadas en Manzanillo. La denominada General Manuel Álvarez Moreno o Manzanillo I, inició operaciones en 1982 y tuvo una capacidad efectiva instalada de 850 megawatts en 2011. La segunda planta se denomina Manzanillo II y empezó a operar siete años después que Manzanillo I; para 2011 contaba con una capacidad efectiva instalada de 850 MW. La producción de energía eléctrica se realiza con tecnología a base de vapor y puede usarse combustóleo, gas natural o diesel como combustibles (INEGI 2012).

## Agua

El agua es uno de los recursos naturales más importantes e indispensables para la supervivencia del ser humano, la flora y la fauna terrestres, y en general para la reproducción de las sociedades humanas; por tal motivo la gestión del agua para su obtención y abastecimiento a la sociedad se convierte en un instrumento para el desarrollo cada vez más relevante. Lograr que la mayor parte de la población tenga acceso al agua potable es uno de los principales objetivos de los gobiernos. En el caso del estado, de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en 1990, 93% de la población tenía acceso al agua potable (y alcantarillado) y para 2005 dicha proporción aumentó a 98.3% (CONAGUA 2011). Para el año 2010 el porcentaje de población con acceso al agua potable y alcantarillado en el estado aumento a 98.6%. Aunque la mayoría de los estados también gozan de altos porcentajes de acceso, según estadísticas de 2010, los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca tenían las coberturas más bajas, inferiores a 78% (CONAGUA 2011).

Al interior de la entidad el agua se obtiene de 318 fuentes de abastecimiento, de las cuales 217 son pozos profundos, 58 son manantiales y las restantes 43 son arroyos, hoyas de agua y norias, con una extracción promedio de 239 000 m$^3$/día. También se cuenta con infraestructura para el almacenamiento del recurso, la cual consiste en dos presas (Trojes o Solidaridad y Basilio Vadillo) y una laguna (laguna de Amela) (las presas se encuentran ubicadas en municipios de los estados de Jalisco y Michoacán, sin embargo, la operación y uso del agua es exclusivamente de Colima). La capacidad de almacenamiento de ambas presas es casi 10 veces mayor que la capacidad de la laguna, la mayoría del agua almacenada en los tres recintos se destina a las actividades agrícolas (INEGI 2012).

Con la finalidad de cuidar la salud de la población colimense, en 2010 se contaba con 183 sistemas de agua potable y 33 plantas potabilizadoras, de tal manera que 98.6% del caudal suministrado para consumo humano era desinfectado. Además del agua para consumo humano se concesionaba su uso con fines industriales, agrícolas y para las plantas termoeléctricas.

Una vez que el agua ha sido utilizada se convierte en agua residual o de desecho. En 2011 se identifi-

caron 292 puntos de descarga de aguas residuales, de las cuales 211 se originaron en actividades del sector servicios. Dentro de las acciones para limpiar las aguas de desecho se encuentra la utilización de plantas de tratamiento. Según datos estadísticos, en 2011 Colima contaba con 102 unidades de tratamiento, de las cuales 83 eran de servicio primario (se refiere al ajuste del grado de alcalinidad y acidez del agua (pH) y a la remoción de materiales orgánicos o inorgánicos en suspensión con tamaño igual o mayor a 0.1 mm) y 19 de servicio secundario (se refiere a la remoción de materiales orgánicos coloidales y disueltos) (INEGI 2012). Por su parte, en 2010 la Comisión Nacional del Agua registró 10 plantas en operación para el tratamiento de aguas residuales industriales y 65 plantas de tratamiento para aguas municipales (CONAGUA 2011).

## Referencias


CONAGUA. Comisión Nacional del Agua. 2011. Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento. En: <*http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/DSAPAS%20Edicion%202011.pdf*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

CONAPO. Consejo Nacional de Población. 2010. Índices de marginación a nivel localidad en 2005. En: <*http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Censo de Población y Vivienda. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 2010. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 2010. En: <*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27303&s=est*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 2010. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee12/estatal/col/default.htm*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 2010. Esperanza de Vida. En: <*http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/esperanza.aspx?tema=P*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

———. 2010. Panorama Sociodemográfico de Colima. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/col/Panorama_Col.pdf*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

———. 2010. Panorama sociodemográfico de Colima. En: <*http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2010/panora_socio/col/Panorama_Col.pdf*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 2012. Anuario Estadístico de Colima 2012. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee12/estatal/col/default.htm*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

———. 2012. Anuario Estadístico de Colima 2012. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee12/estatal/col/default.htm*>, última consulta: 26 de junio de 2015.

# S3

## DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS

*Laguncularia racemosa*. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.



# Resumen ejecutivo

Oscar Báez-Montes

Los ecosistemas constituyen uno de los niveles de organización de la biodiversidad. Conjuntan la presencia de organismos de diversas especies, que a través de interacciones dinámicas con las características ambientales conforman la expresión final de esa complejidad: la biodiversidad.

Para describir y buscar la comprensión de esa complejidad, a nivel de ecosistemas se ha propuesto la división del territorio en zonas ecológicas, tomando como criterio para su zonificación el clima y el suelo, vinculados con la vegetación, siendo esta última una expresión de los procesos físicos, biológicos y antropogénicos que en un espacio se manifiestan.

En el estado se presentan siete zonas ecológicas. Predominan las áreas cálidas subhúmedas asociadas a los elementos tropicales; también zonas templadas subhúmedas y frías, vinculadas con áreas de serranía y volcanes, que se elevan a gradientes de más de 2 800 msnm; asimismo, se presentan zonas de humedales y la zona de suelos halo-gipsófilos, que responden a ciertos factores limitantes del sustrato, como la presencia de agua, sales o minerales.

Debido a esas intrincadas variaciones ambientales se presentan 14 tipos de vegetación, de acuerdo con la clasificación propuesta en el Inventario Nacional Forestal: selva baja caducifolia, selva alta o mediana subcaducifolia, selva baja espinosa perennifolia (vegetación de galería), pinar-encinar, pinar, encinar, bosque mesófilo de montaña, matorral espinoso, pastizal, sabana, palmar, manglar, carrizal-tular y vegetación flotante.

Báez-Montes, O. 2016. Resumen ejecutivo de Diversidad de ecosistemas, en: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 109-110.

Estos tipos de vegetación presentan una diversidad fisonómica relevante: la selva baja caducifolia, caracterizada por elementos arbóreos que pierden sus hojas en al menos seis meses del año; mientras que, cuando la humedad es constante los árboles pueden desarrollar mayores alturas, como en las selvas altas o medianas subcaducifolias.

En regiones cálidas o templadas se puede encontrar pinar o encinar, y en sitios con mayor humedad se presenta bosque mesófilo, considerado uno de los ecosistemas de mayor riqueza de especies. Por otra parte, cuando los elementos dominantes son gramíneas, con pocos árboles, encontramos sabana o los denominados pastizales, presentes cuando la acción del hombre modifica la composición de especies hacia esa fisonomía. Cerca de la costa se reconocen palmares y manglares, éstos últimos cuyas características raíces aéreas pueden soportar altos niveles de inundación.

Como evaluación preliminar, en un estudio de caso se identificaron algunas de las causas de deterioro de los ecosistemas: la modificación de la vegetación para acondicionar áreas para cultivos, huertas, cría de ganado y la ejecución de diversas obras de infraestructura que han fragmentado los ecosistemas y generado cambios en la estructura física y biológica.

Los ecosistemas costeros son considerados los más productivos en el planeta y relevantes en el mantenimiento y provisión de múltiples servicios ecosistémicos como: regulación del clima y de los ciclos biogeoquímicos, provisión de alimento y de agua, reciclaje de nutrientes, producción de oxígeno, recreación y transporte, entre otros. Debido a la extensión de su litoral, en Colima se presenta una zona costera que incluye una zona de transición entre el ambiente terrestre y el marino, que incluye las aguas costeras, zona intermareal, playas, marismas, manglares, estuarios y lagunas costeras, entre los que se reconocen las lagunas de Cuyutlán y de Juluapan, estuarios como Boca de Apiza, Centinela, Chupadero, y esteros como San Rafael y Tecuanillo. Además, son importantes, en ámbitos ecológicos y económicos, las bahías de Manzanillo y Santiago.

La vegetación en ambientes costeros marinos está representada por casi la mitad de los tipos de vegetación presentes en la entidad, siendo relevante mencionar aquella capaz de soportar la concentración alta de sal, como el manglar, vegetación halófita y de dunas. Asimismo, en el ambiente marino las comunidades de algas rojas dominan la composición de especies.

Los problemas en los ecosistemas costeros se deben principalmente a la modificación de sus características físicas, entre las que destacan: 1) modificación de la dinámica del ciclo del agua, que conlleva cambios en diversos parámetros fisicoquímicos; 2) pérdida y eliminación de la vegetación circundante; 3) cambio de uso de suelo para infraestructura y obras civiles; 4) contaminación por agroquímicos e industria. Esos cambios se encuentran ligados de tal manera que una causa puede desencadenar sinergias considerables en detrimento de los ecosistemas.

Finalmente, si los ecosistemas costeros se encuentran ante una multiplicidad de valores de uso, será un reto trascendental equilibrar el desarrollo económico de la región con el mantenimiento y provisión de los servicios de sus ecosistemas, servicios de los cuales depende el bienestar de esta región.

# Regionalización ecológica

Fernando Nieves-Ventura

## Introducción

Con la finalidad de describir de manera concisa la regionalización ecológica del estado, así como las condiciones generales actuales de los ecosistemas, se utilizan los resultados obtenidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Colima (POET 1993), el cual tiene como bases conceptuales la disciplina de la ecología del paisaje, es decir, los principios formulados para el análisis del paisaje geográfico, el cual comprende el estudio de las interacciones del medio físico con el biótico, así como con la actividad antropogénica.

La identificación de las unidades que reúnen las características de homogeneidad y recurrencia de los principales factores biofísicos, puede basarse en la integración de información para proponer esquemas de zonificación. Por ejemplo, la zonificación ecológica agrupa los diversos tipos de vegetación y climas, mientras que la zonificación morfopedológica se basa en la agrupación de los principales tipos de suelos y su relación con la fisiografía (pendientes y elevaciones, por ejemplo) y los procesos geomorfológicos. En el presente documento se presenta el esquema de zonificación ecológica contenido en la memoria técnica del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima (SEDUR 2007).

Nieves-Ventura, F. 2016. Regionalización ecológica. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 111-115.

## Zonificación ecológica

Las experiencias existentes para este tipo de zonificación (ecológica) corresponden a la escala de país (Toledo y Ordónez 1998), en las que las zonas ecológicas se han definido tomando como base las áreas de distribución de los diferentes conjuntos de vegetación. El principal fundamento para utilizar esos tipos de vegetación radica en que éstos son siempre el resultado del conjunto de condiciones medioambientales y por ello revelan sus condiciones concretas. Así, la vegetación constituye la expresión sintética de diversos factores ambientales y los límites de su distribución marcan discontinuidades ecológicas objetivas.

Las diferentes zonas ecológicas de Colima se constituyeron agrupando un tipo de vegetación o un conjunto de éstos, de acuerdo con sus afinidades climáticas y edáficas (FAO 2000). Un solo tipo de vegetación puede corresponder a una zona única, así como una zona ecológica puede incluir varios conjuntos de vegetación. A escala del país, la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) ha definido siete zonas ecológicas (grandes planicies, desiertos de Norteamérica, California mediterránea, elevaciones semiáridas meridionales, sierras templadas, sierras cálido-secas y selvas cálido-húmedas), basados en los criterios de las características de los suelos, tipos de vegetación y formas del terreno (CCA 2005).

Predominan las áreas cálidas subhúmedas y, debido a la presencia del sistema volcánico que se eleva de forma abrupta más de 2 800 msnm, presenta también zonas templadas subhúmedas y frías en menor proporción. El resultado es un mosaico de tipos de vegetación asociados a siete áreas ecológicas, identificadas por la Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDUR 2007) en la descripción del subsistema natural de la memoria técnica del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima (POETEC), que se describen a continuación (figuras 1 y 2).

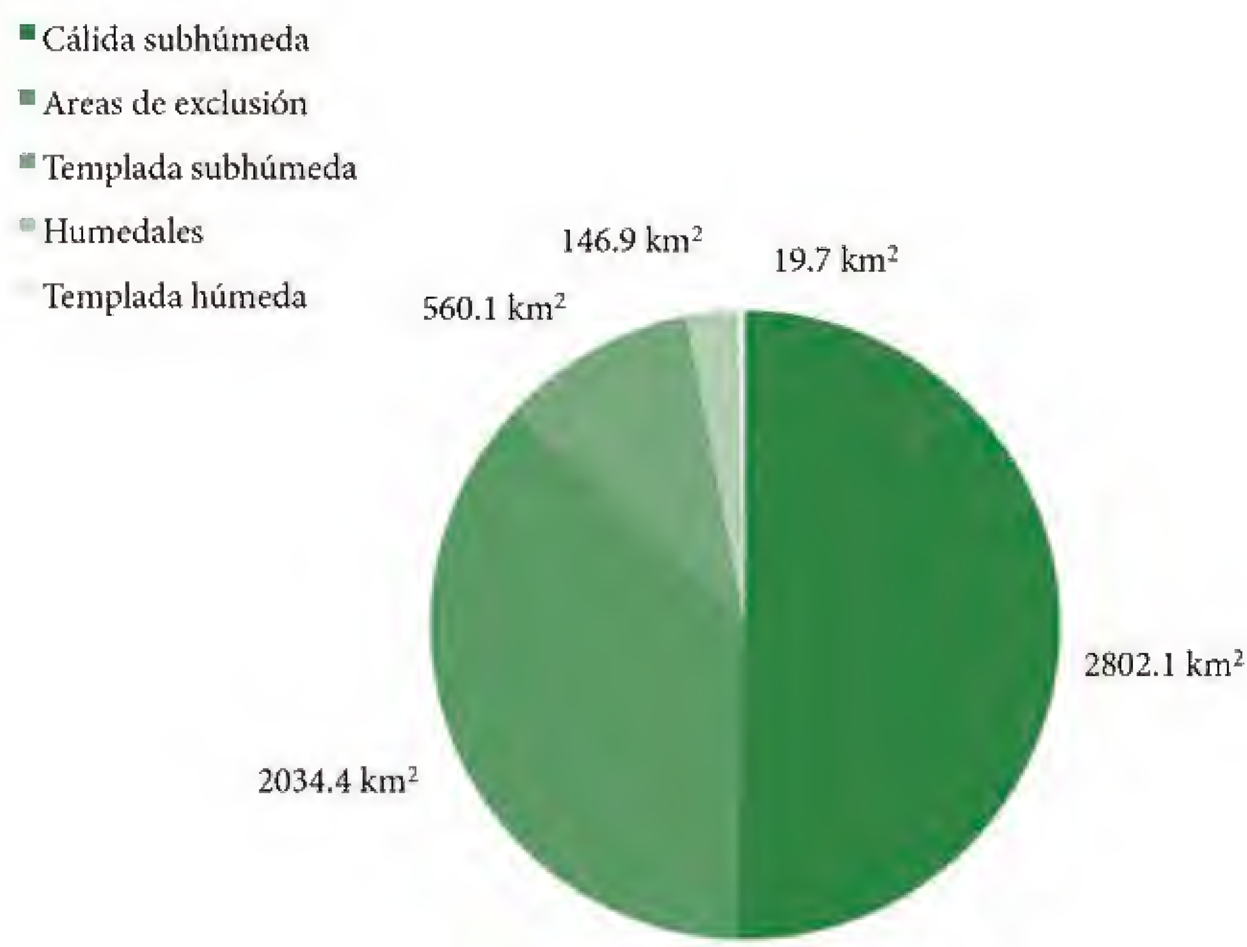



**Figura 1.** Superficies (km²) ocupadas por las zonas ecológicas de Colima.

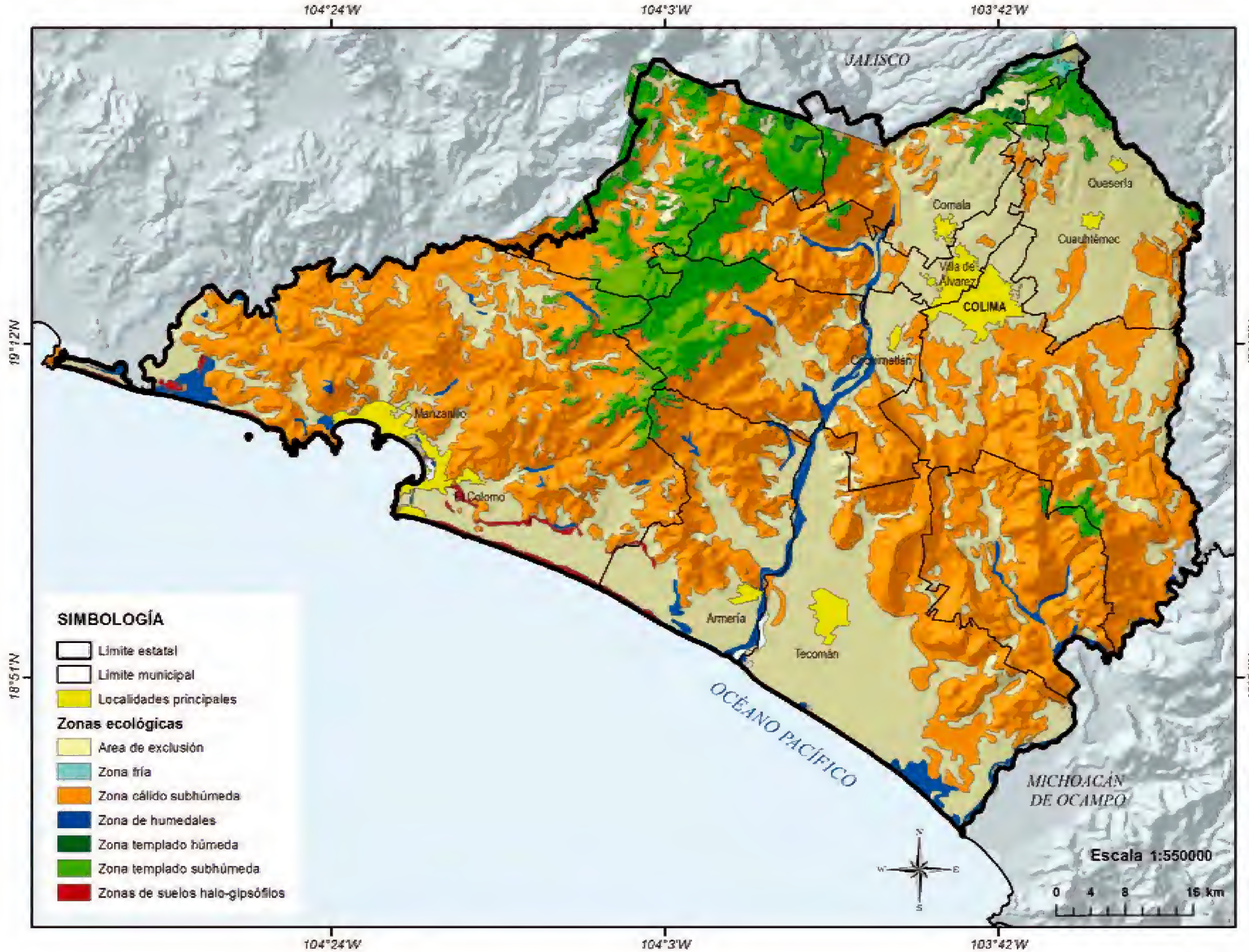



**Figura 2.** Zonas ecológicas, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Colima (POETEC). Fuente: SEDUR 2007.

**Zona cálido-subhúmeda**
Selvas medianas y bajas, subcaducifolias y caducifolias
Selva mediana subcaducifolia
Selva mediana caducifolia
Matorral subtropical

**Zona templada húmeda**
Bosque mesófilo de montaña

**Zona templada subhúmeda**
Bosques de pino y encino
Bosque de pino
Bosque de táscate
Bosque de cedro
Bosque de encino
Bosque de encino-pino
Bosque bajo abierto
Matorral de coníferas

**Zona fría**
Pradera de alta montaña

**Áreas de exclusión**
Áreas sin vegetación natural aparente. En el estado se presentan como áreas agrícolas y ganaderas, principalmente

**Cuerpos de agua**

**Zonas de suelos halo-gipsófilos**
Vegetación halo-gipsófila
Vegetación de dunas costeras
Pastizal halófilo
Pastizal gipsófilo
Vegetación halófila

**Zona de humedales**
Vegetación acuática y subacuática
Vegetación de galería
Bosque de galería
Selva de galería
Manglar
Popal
Tular
Sabana

Como puede apreciarse en las figuras 1 y 2, la zona predominante es la cálido-subhúmeda, la cual comprende vegetación de tipo selva baja caducifolia y subcaducifolia, selva mediana, caducifolia y matorral subtropical, seguida de la zona de exclusión que comprende zonas urbanas y agropecuarias.

## Conclusiones

Colima es uno de los estados del país donde existen contrastes climáticos en distancias muy cortas. El presente estudio propone la regionalización ecológica del estado, así como de las condiciones generales actuales de los ecosistemas, para poder estudiar bajo ese contexto la biodiversidad de la entidad.

## Referencias

CCA. Comisión para la Cooperación Ambiental. 1997. *Regiones ecológicas de América del Norte: hacia una perspectiva común*. Quebec, Canadá.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2000. Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual. Natural Resources Management and Environment Department.

INEGI, INECC y CONABIO. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Ecorregiones terrestres de México. En: <*http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/ecort08gw.xml?_httpcache=yes&_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no*> , última consulta: 25 de junio de 2015.

SEDUR. Secretaría de Desarrollo Urbano. 2007. Memoria técnica de la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima. En: <*http://www.colima-estado.gob.mx/transparencia/archivos/programa_ordenamiento_ecologico_territorio.pdf*>, última consulta 29 de junio de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1993. Decreto por el que se aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Colima (POET). Publicado el 28 de agosto de 1993 en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/actualizacion_2012/estatal%20colima.pdf*>, última consulta 29 de junio de 2015.

Toledo, V.M. y M.J. Ordónez. 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, pp. 273-757.

# Descripción de los principales tipos de vegetación

Gustavo Arévalo Galarza
María Guadalupe Rodríguez-Camarillo
Andrés Gelacio Miranda Moreno

## Introducción

México es un país con una alta riqueza florística; se ha calculado que aproximadamente 10% de los géneros y 62% de las especies son endémicas (Rzedowski 1993). El mayor número de especies de plantas, en México, corresponde a las angiospermas y, dentro de ellas, las familias más diversas son: Compositae con 2 026 especies (Turner y Nesom 1993), Leguminosae con 1 724 especies (Sousa y Delgado 1993), Orchidaceae con 1 200 especies (Hágsater y Salazar 1991), Gramineae con 1 226 especies (Beetle *et al.* 1987), Cactaceae con 821 especies (Bravo-Hollis 1978, Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991*a, b*) y Rubiaceae con 510 especies (Rzedowski 1993).

En el estado la presencia de variados elementos florísticos, tanto templados como tropicales, y las variaciones en el ambiente físico y químico, han dado como resultado un intrincado y complejo mosaico de asociaciones vegetales, con una flora extraordinariamente contrastante dentro de áreas sumamente reducidas. La transición entre asociaciones vegetales puede ser marcada por discontinuidades abruptas que se observan en gradientes altitudinales de montañas tropicales, o bien en forma gradual e imperceptible, a tal grado que cada asociación puede diferir de las demás en su composición florística o en su ambiente físico. La gran variación en clima y topografía, dentro de pequeñas áreas, hace difícil delimitar los tipos de vegetación y aún más las provincias florísticas. En el presente trabajo se describen fisonómica y florísticamente

Arévalo, G.G., M.G. Rodríguez-Camarillo y A.G. Miranda M. 2016. Descripción de los principales tipos de vegetación. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 116-131.

las principales formaciones vegetales y su distribución aproximada, con base en la cartografía elaborada.

Este trabajo identificó 14 principales tipos de vegetación (figura 1), los cuales se incluyen como parte de un mapa actualizado de usos del suelo y tipos de vegetación. Este mapa fue elaborado a partir de recorridos de campo llevados a cabo en las diferentes zonas del estado, identificando las unidades de tipos de vegetación correspondientes a la cartografía del Inventario Forestal Nacional Periódico (1994) y con el apoyo de imágenes de satélite LANDSAT del año 1999 (figura 1).

## Selva baja caducifolia

Esta comunidad vegetal se caracteriza porque las especies tienen, de manera general, una altura menor a los 15 metros y pierden casi por completo las hojas en la época de sequía; no son espinosas por lo común y poseen ordinariamente gran cantidad de bejucos. Este tipo de vegetación constituye el límite térmico e hídrico de los tipos de vegetación de las zonas cálido-húmedas. Se presenta en zonas con promedios de temperatura anuales superior a los 20 °C y precipitaciones anuales de 700 a 1 200 mm, aunque lo común sea del orden de 800 mm, con una temporada seca que puede durar hasta siete u ocho meses, y que es muy severa. Estas selvas se presentan desde el nivel del mar hasta los 1 700 msnm.

Una característica de este tipo de vegetación es que muchas especies presentan exudados resinosos o laticíferos y sus hojas despiden olores fragantes o resinosos al estrujarlos. También dominan las hojas compuestas o cubiertas por abundante pubescencia. Los troncos de los árboles son cortos, robustos y torcidos o bien tortuosos y ramificados muy cerca de la base; muchas especies presentan cortezas escamosas papiráceas y con protuberancias espinosas o corchosas. Las copas son poco densas y muy abiertas, con una alta capacidad de retoño de los tocones y de producir chupones; gran parte de los individuos maduros poseen troncos huecos, cuyas oquedades contienen materia orgánica en descomposición.

El estrato herbáceo es más bien reducido y sólo se aprecia en temporada de lluvias; los bejucos son abundantes y las plantas epífitas se reducen a pequeñas bromeliáceas, como *Tillandsia* spp. Tambien son frecuentes las formas de vida de especies suculentas, como *Agave* spp., *Opuntia* spp. y algunas cactáceas, entre otras (figuras 2 y 3). Esta comunidad vegetal se desarrolla preferentemente en terrenos de ladera, pedregosos, con suelos bastante someros, arenosos o arcillosos, con buen drenaje superficial y sustratos geológicos variables. Para la vertiente del Pacífico esta vegetación ocupa grandes extensiones en la cuenca del río Balsas y en las laderas de la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur, desde el sur de Sonora hasta Chiapas e incluso Centroamérica.

Para el estado, la selva baja caducifolia se encuentra distribuida sobre sustratos geológicos de origen calizo del cretácico; andesitas del terciario, rocas ígneas intrusivas como granito-granodiorita, y en tipos de suelo principalmente como litosoles, regosoles, feozems y rendzinas, principalmente, con una textura media. La tempera-

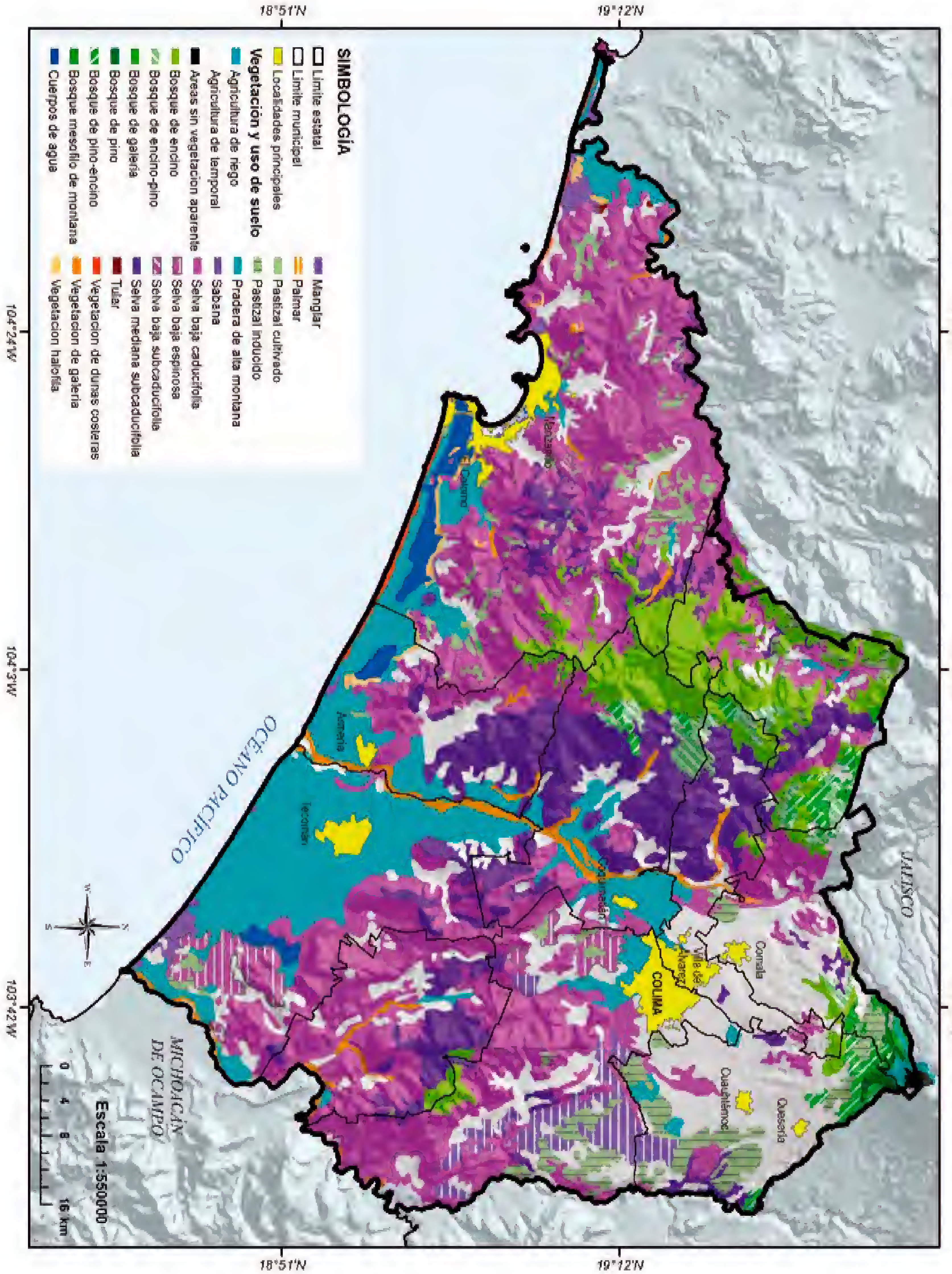



Figura 1. Tipos de vegetación y usos del suelo, con base en el Inventario Forestal Nacional Periódico, 1994.

tura media anual es superior a los 20 °C y la precipitación media anual es alrededor de 1 200 mm anuales. La distribución de la selva baja caducifolia en los municipios de Colima muestra los siguientes patrones (figura 1): en Ixtlahuacán, excluyendo áreas localizadas al norte del municipio; Colima en sus porciones sur y oeste; centro y noroeste de Armería; la mayor parte del municipio de Manzanillo hasta el extremo poniente en las localidades de río Marabasco, El Huiscolote y Cedros, al norte; en relativamente pequeñas porciones del oeste y norte de Minatitlán (en los límites con Jalisco); porción oeste de Comala, con pequeños manchones al noroeste; fragmentos aislados al centro, sur y sureste en Cuauhtémoc.

Las principales especies, entre otras, son: *Lysiloma microphyllum*, *L. acapulcensis*, *Bursera penicillata*, *B. kerberi*, *B. grandifolia*, *B. denticulata*, *B. odorata*, *Bocconia* spp., *Trichilia colimana*, *Erioxylum palmeri*, *Piptadenia constricta*, *Albizia occidentalis*, *A. tomentosa*, *Gliricidia sepium*, *Senna atomaria*, *S. mollis*, *Acacia cochliacantha*, *Cochlospermum vitifolium*, *Ceiba aesculifolia*, *Cordia elaeagnoides*, *C. alliodora*, *Cyrtocarpa procera*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Plumeria mollis*, *Amphipterygium adstringens*, *Caesalpinia platyloba* y *Lonchocarpus eriocarinalis*.



**Figura 2.** Selva baja caducifolia. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.



**Figura 3.** Selva baja caducifolia en época de secas, (poniente de Villa de Álvarez). Foto: Gustavo Arévalo Galarza.

## Selva alta o mediana subcaducifolia

Este tipo de vegetación se presenta en zonas térmicamente semejantes a las selvas altas o medianas perennifolias y subperennifolias, pero con precipitaciones anuales del orden de los 1 000 a los 1 200 mm; con una temporada seca muy bien definida y prolongada. En el Pacífico esta formación vegetal se distribuye desde el sur de Sinaloa hasta Chiapas, a lo largo de la planicie costera y de las estribaciones de la Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur, hasta los 1 200 msnm. Es una zona libre de helechos y los climas en los que prospera son los cálido-húmedos (Am) más secos y preferentemente los cálido-subhúmedos (Aw).

Esta selva presenta en su máximo desarrollo árboles con alturas máximas de 25 a 30 metros, y con densidades y coberturas menores que las selvas altas; sin embargo, en plena temporada de lluvias la cobertura puede ser tan densa que llega a disminuir significativamente la incidencia de la luz solar en el suelo. Debido a las condiciones de sequía ambiental, las formas de vida epífitas, trepadoras y los estratos arbustivo y herbáceo son reducidas y en ocasiones escasas. Una característica muy importante de esta vegetación es que entre 25% y más de la mitad de los árboles pierden por completo sus hojas en la temporada de secas, y el periodo caducifolio puede prolongarse hasta cuatro meses, variando de acuerdo a la precipitación presente en el transcurso del año (figuras 4 y 5).

Para Colima este tipo de vegetación se encuentra sobre sustratos geológicos como andesitas del terciario, rocas ígneas intrusivas de granodiorita y calizas del cretácico de origen sedimentario; sobre suelos tipo regosol eútrico, regosol dístrico, feozem calcárico, rendzinas y litosoles de textura que va de media a fina.

Entre las principales especies que caracterizan a la selva mediana subcaducifolia se encuentran: *Brosimum alicastrum*, *Hura polyandra*, *Cnidoscolus* sp., *Syderoxylum cartilaginea*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus glabrata*, *F. padifolia*, *F. involuta*, *F. mexicana*, *Licania arborea*, *Sideroxyion capiri*, *Trichilia hirta*, *Bursera simaruba*, *B. arborea*, *Calaenodendron mexicanum*, *Tabebuia palmeri*, *Orbignia cohune*, *Hymenaea courbaril* y *Cordia elaegnoides*.

Los principales municipios en que se encuentra distribuida esta selva son (figura 1): parte centro-occidental de Coquimatlán; suroeste de Villa de Álvarez; noroeste de Minatitlán; pequeñas porciones en el suroeste de Comala; fragmentos a lo largo de los límites con Jalisco, en Colima y Cuauhtémoc; porciones norteñas en Ixtlahuacán, Tecomán y Armería; así como fragmentos en el centro y este de Manzanillo.



**Figura 4.** Selva alta subcaducifolia en La Pitayita, carretera Minatitlán-Manzanillo. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.



**Figura 5.** Selva mediana subcaducifolia. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.



**Figura 6.** Selva baja espinosa perennifolia o vegetación riparia de *Salix* sp. al norte de San Antonio, municipio de Comala. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.

## Selva baja espinosa perennifolia (vegetación de galería)

Esta denominación se refiere a las agrupaciones arbóreas que se desarrollan a lo largo de corrientes de agua más o menos permanentes. Desde el punto de vista fisonómico y estructural se trata de un conjunto muy heterogéneo, pues su altura varía desde 4 a más de 20 m y comprende árboles de hojas perennes, deciduas o parcialmente deciduas. Pueden encontrarse numerosas especies trepadoras y epífitas o carecer por completo de ellas (figura 6).

Este tipo de vegetación se presenta en altitudes que van desde el nivel del mar hasta cotas superiores a los 2400 msnm (figura 1). En la mayor parte de los casos esta vegetación ha sufrido intensas modificaciones debido a la acción del hombre, incluyendo la introducción de plantas exóticas. Las especies más características en el estrato arbóreo son: *Alnus jorullensis*, *Brosimum alicastrum*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Guazuma ulmifolia*, *Lonchocarpus* sp., *Ficus cotinifolia*, *F. goldmanii*, *Salix humboldtiana*, *S. microphylla*, *Lysiloma divaricata*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Fraxinus uhdei* y *Clusia salvinii*. En el estrato arbustivo se encuentra: *Byttneria catalpifolia*, *Waltheria americana*, *Arundo donax*, *Chusquea* sp., *Buddleia parviflora*, *B. sessiliflora* y *Wigandia urens*. En el estrato herbáceo: *Senecio* sp., *Tithonia* sp., *Amaranthus hibridus*, *Selaginella lepidophylla* y *Polypodium* sp. Destaca en este tipo de vegetación la presencia de abundantes epífitas como *Tyllandsia* spp., *Polypodium* sp. y algunas orquídeas.

## Pinares-encinares

Bajo esta denominación se incluye una mezcla de especies de *Pinus* spp. y *Quercus* spp., que se caracterizan principalmente por la presencia de individuos de entre 6-8 y 20-25 m de altura; de hojas coriáceas (consistencia como cuero), caducas (que pierde sus hojas) y aciculares (en forma de aguja); perennes, con ramificación abundante desde su parte media, generalmente carente de especies arbustivas y herbáceas o bien que aparecen sólo en la época de lluvias. Este tipo de vegetación se desarrolla en altitudes de entre 1000 y 2500 msnm, sobre suelos de profundidad variable, en clima templado

subhúmedo con lluvias en verano (C(w)); la precipitación pluvial varía entre 1 000 y 1 500 mm anuales y presenta una temperatura media anual de entre 15 y 19 °C. Entre las especies más importantes se tienen: *Pinus oocarpa*, *P. maximinoi*, *P. douglasiana*, *P. pseudostrobus*, *P. herrerai*, *Quercus magnoliifolia*, *Q. castanea*, *Q. rugosa*, etc. En Colima este tipo de vegetación se encuentra distribuido en la porción norte del estado, en las faldas del volcán, al noroeste de la población de Quesería, norte de Los Colomos, noroeste de Zacualpan y sureste de Minatitlán.

## Pinares

Este tipo de vegetación se encuentra distribuida principalmente en laderas de cerros y serranías. La especie dominante es *Pinus* spp. y se encuentra en localidades un poco cálidas, pero casi siempre en lugares de clima templado o frío. Comúnmente se le conoce como bosques de clima templado y en el estado se ubican en la subprovincia Volcanes de Colima y Sierras de la costa de Jalisco y Colima, en la zona climática subhúmeda del volcán y del Nevado de Colima, en áreas cuyas altitudes van de 800 a 4 000 msnm, con una temperatura media anual entre 12 y 18 °C y una precipitación anual de entre 600 y 1 500 mm (figura 1). Las especies dominantes en el estrato arbóreo son entre otras: *Pinus devoniana, P. montezumae, P. hartwegii, P. maximinoi, P. pseudostrobus, P. rudis* y *P. ayacahuite*, especies cuyos individuos alcanzan alturas hasta de 25 a 30 m. Como especies acompañantes se tienen algunos encinos como *Quercus castanea, Q. crassipes* y *Q. peduncularis*, los cuales forman asociaciones en función del tipo de suelo, la altitud y la exposición de la pendiente. Además, se tienen especies de menor tamaño como *Clethra mexicana* y *Acacia angustissima,* cuya altura es menor a los 8 m. El estrato arbustivo es escaso y está representado por algunas compuestas, como *Senecio* spp., mientras que el estrato herbáceo está más bien reducido a sólo algunas gramíneas (figura 7).



**Figura 7.** Bosque de *Pinus maximinoi* al noroeste del poblado de Quesería. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.

## Encinares

Son comunidades vegetales muy características de las zonas montañosas de México, que al igual que los pinares constituyen la mayor parte de la cubierta vegetal de áreas de clima templado y semicálido. Los encinares comparten afinidades ecológicas generales con los pinos y los bosques mixtos de *Quercus* y *Pinus*, siendo estas asociaciones muy frecuentes en el país. Este tipo de vegetación se ha observado sobre diversas clases de roca madre, tanto ígneas como sedimentarias, o bien sobre rocas metamórficas, así como en suelos profundos de terrenos aluviales planos.

Aunque la mayoría de los encinares son formaciones bastantes densas, o al menos cerradas, no son raros los bosques de *Quercus* con árbo-

les separados por amplios espacios, cubiertos sólo por plantas herbáceas y arbustivas. Los encinos se reconocen en general como buenos hospederos de epífitas que varían desde líquenes y musgos hasta fanerógamas de gran tamaño. La abundancia y la diversidad de epífitas está correlacionada principalmente con el clima, sobre todo con la humedad atmosférica y sus variaciones a lo largo del año (figura 8).

En el estado, los encinares se encuentran sobre sustratos de rocas ígneas intrusivas de granito-granodiorita y suelos tipo litosoles y regosoles eútricos; se distribuyen mayormente en los municipios de Minatitlán, en su parte sur, y en el extremo oeste y norte-noreste; en las partes oeste y sureste de Villa de Álvarez; en la porción noreste de Manzanillo; porciones muy pequeñas al noreste de Comala y sureste de Colima (figura 1). Como especies características se citan: *Quercus magnoliifolia*, *Q. castanea*, *Q. emory*, *Q. praeco*, *Q. crassifolia* y *Q. rugosa*. Como especies acompañantes se encuentran, *Clethra mexicana*, *Clusia salvinii*, *Gaudichaudia macvaughii* y *Bunchosia lanceolata*, entre otras.

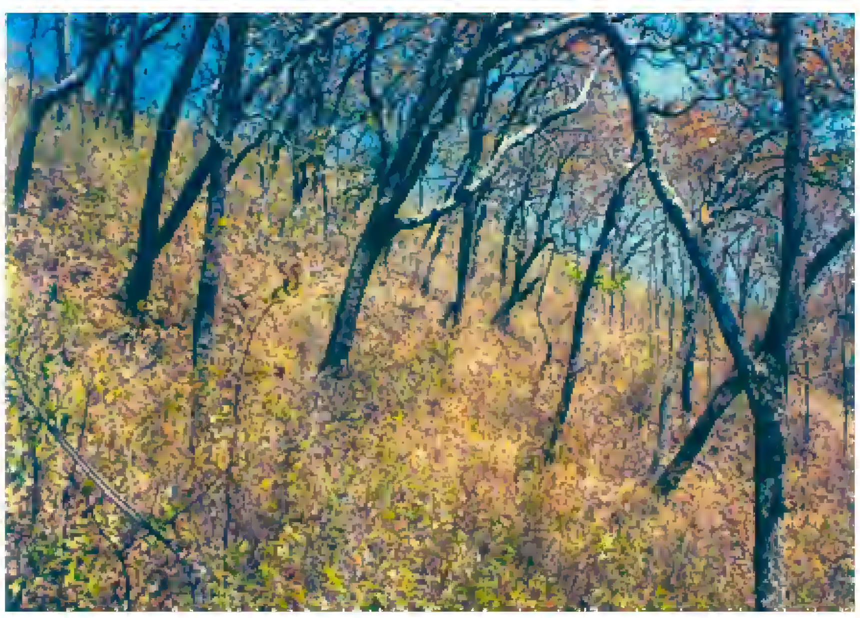


**Figura 8.** Bosque de encino de *Quercus magnoliifolia* al noroeste de Minatitlán. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.

## Bosque mesófilo de montaña

Este bosque presenta mayores relaciones florísticas con ciertos bosques de la provincia fisiográfica Sierra del Sur. No son tan ricos en especies, comparados con los que se desarrollan en el estado de Chiapas, pero sí se ubican entre los más diversos de México. Este es un tipo de vegetación que se encuentra en los sitios más húmedos y menos fríos que los bosques de coníferas y encinares templados, y se confina principalmente a cañadas protegidas y laderas de pendientes pronunciadas (Rzedowski 1978). Se trata de una comunidad siempre verde, donde se mezclan elementos caducifolios y perennifolios; la altura de los árboles fluctúa entre 12 y 40 m con diámetros desde 30 hasta 150 cm, encontrándose en altitudes que van de los 700 a los 2 600 msnm.

Para el estado este tipo de vegetación se restringe exclusivamente a la parte alta de las cañadas, sobre sustratos geológicos de basaltos del cuaternario y conglomerado polimítico de areniscas del cretácico; los suelos son de tipo cambisoles, andosoles y luvisoles. Se distribuye en pequeñas porciones al noreste de Minatitlán, extremo noroeste de Comala, al noroeste de Zacualpan y noreste de Los Colomos (figura 1).

Las especies reportadas, entre otras, son: *Ilex brandegeana*, *Tilia mexicana*, *Dendropanax arboreus*, *Fraxinus uhdei*, *Styrax argenteus*, *Quercus crassifolia* y *Clusia salvinii*. En este tipo de vegetación los helechos y las orquídeas alcanzan su mayor diversificación. Con frecuencia esta comunidad vegetal es sustituida por un bosque de *Abies* y las especies en algunos casos se mezclan con los bosques mesófilos,

pero sin llegar a formar grandes poblaciones. Antes las masas puras de *Abies* eran más extensas, pero su estructura y composición fue modificada por la explotación forestal (Rzedowski 1978).

## Sabana

Las sabanas son praderas de gramíneas sin árboles o con árboles esparcidos, que en la vertiente del Pacífico se distribuyen desde la frontera con Guatemala hasta el sur de Sinaloa, en sistemas como la Depresión Central de Chiapas y en planicies y declives bajas del Pacífico. Los climas son cálidos húmedos y los suelos presentan drenaje deficiente, por lo que se vuelven fangosos en la época de lluvias, pero que se secan muy pronunciadamente en la temporada de estiaje.

*Crescentia alata* es un ejemplo de especies comunes para la vertiente del Pacífico, junto con especies típicas de la selva baja subperennifolia o subcaducifolia, vegetación con la cual las sabanas están íntimamente relacionadas. En las sabanas las principales gramíneas son ásperas, amacolladas, resistentes a las quemas periódicas y consisten en especies de los géneros *Andropogon, Paspalum* y *Digitaria*, entre otros (figura 9).

Aunque el aprovechamiento actual de las sabanas es para la cría de ganado, las partes apetecibles de las gramíneas, durante su madurez, apenas alcanzan a mantener a los animales, obligando a los ganaderos a quemar la vegetación al finalizar la época de sequía, con el propósito de inducir el retoño de los zacates cuando más escasea el forraje.

Rzedowski y McVaugh (1966) describen la vegetación cerca de Cerro de Ortega, al este de Colima (vegetación sabanoide), como agrupaciones de *Crescentia alata* sobre suelos negros arcillosos, con mal drenaje y fácilmente inundables. Otra variante de la sabana es aquella que se encuentra en laderas de cerros sobre suelos someros, derivados de rocas metamórficas, con elevaciones entre 400 y 800 msnm y extendiéndose desde Nayarit hasta Colima. En Colima este tipo de vegetación se observa sobre un sustrato geológico de andesitas del terciario y suelos tipo vertisoles y cambisoles, principalmente en la parte oriental del estado, al este y sur de Buenavista, en el municipio de Colima, y a manera de pequeñas islas a lo largo de la costa desde la laguna de Amela hasta Manzanillo (figura 9). Miranda y Hernández (1963) proponen que esta vegetación tiene origen primario, pero reconoce también que su extensión pudo ampliarse por influencia de actividades humanas, tales como la quema de pastizales, que se lleva a cabo año con año durante la temporada seca y con el objetivo de permitir el retoño del follaje para alimentar al ganado.



**Figura 9.** Vegetación de sabana.
Foto: Gustavo Arévalo Galarza.

## Palmares

Esta vegetación está formada por palmas altas de hojas pinnatífadas (hendido de traves en tiras largas), como el corozo, coquito de aceite o guacoyol *(Attalea butyracea, A. cohune* y *Sabal mexicana)* entre otras, que se encuentran en los declives y planicies del Pacífico, por lo común en zonas cercanas a la costa, en agrupaciones casi puras en las áreas inundables o con capa freática muy superficial, sobre todo en Colima, Jalisco y Nayarit (Miranda y Hernández 1963). En su mayoría los palmares están íntimamente ligados a zonas climáticas que coinciden con la distribución de las selvas altas perennifolias, medianas subperennifolias y subcaducifolias.

A la mayoría de las especies de palmas les favorece la perturbación humana, principalmente las talas y el fuego, tal es el caso de *Acrocomia aculeata, Sabal mexicana* y *Attalea butyracea*. Rzedowski y McVaugh (1966) describen las poblaciones de *Attalea cohune* en las costas de Nayarit y Colima, como una comunidad de 15 a 30 m de alto y algunas especies acompañantes en el estrato arbóreo entre las que destacan: *Ficus padifolia, F. glabrata, F. glaucescens, F. lentiginosa, Brosimum alicastrum, Dendropanax arboreus, Enterolobium ciclocarpa* y *Bursera simaruba* (figura 10).

Actualmente este tipo de vegetación se distribuye sobre un sustrato geológico de origen ígneo, de basaltos del cuaternario y andesitas del terciario; suelos tipo feozem háplico, regosoles eútricos, fluvisoles eútricos y litosoles en pequeña porción, a lo largo de la costa michoacana hasta Jalisco.

Debido a que *Attalea cohune* se encuentra en sitios con las condiciones ideales para el desarrollo de la palma de coco (*Cocus nucifera)*, que es económicamente preferida, estos palmares han sido desplazados para sembrar palma de coco, por lo que los palmares de *Attalea* han desaparecido en casi toda la costa de Guerrero y Michoacán. Colima no es la excepción, por lo que es común ver a lo largo de la costa grandes extensiones de palma de coco que se acompaña por cultivos de árboles frutales.



**Figura 10.** Palmar de *Cocus nucifera* al sur de Tecomán. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.

## Manglar

El manglar es un tipo de selva uniforme que puede alcanzar hasta los 25 m de alto y se presenta en las orillas bajas y fangosas de las costas, alcanzando su mejor desarrollo en los esteros o penilagunas costeras y en los estuarios de los ríos bajo influencia de agua salobre. Soporta cambios fuertes de nivel de agua y salinidad, excepto en lugares rocosos, arenosos o sometidos a fuerte oleaje.

El manglar es una asociación de especies leñosas, densa, arbustiva o arborescente, con

ausencia de herbáceas y trepadoras, rara vez con epífitas o parásitas. Las especies que lo componen son principalmente *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco o de costilla), ambas con hojas perennes, ligeramente suculentas y de borde entero; el sistema radicular de estas especies les confiere una fisonomía muy característica que corresponde al de raíces zancudas con neumatóforos (tipos de raíces que crecen por arriba del nivel del suelo). Este sistema cumple la función de sostén y de respiración radical, debido a que el sustrato es muy pobre en oxígeno.

Hacia la parte terrestre del manglar, en lugares fangosos predomina *Avicennia germinans,* que se caracteriza por sus raíces en forma de velas. En lugares arenosos o con aguas casi dulces el mangle predominante es *Conocarpus erecta*. Como especie acompañante del manglar se encuentra *Bravaisia integerrima*, cuyos árboles tienen aspecto de mangle por sus raíces aéreas, y que forma un tipo de selva frecuentemente mezclado con elementos de la selva alta perennifolia, en lugares pantanosos o inundables y con agua muy superficial durante los periodos secos (figura 11). En Colima se observan principalmente en los esteros El Chupadero, El Tecuanillo, Boca de Pascuales y Palo Verde, principalmente.

## Carrizal-tular

Este tipo de vegetación está constituida por agrupaciones densas de plantas herbáceas enraizadas en el fondo de lugares más o menos pantanosos, pero cuyas hojas largas y angostas, incluso buena parte de los tallos, sobresalen de la superficie del agua (halófitas).

Entre las especies que caracterizan este tipo de vegetación se identifican a *Typha latifolia, Phragmites australis, Scirpus californicus, Cyperus giganteus, Eichornia crassipes*, entre otras.



**Figura 11.** Manglar de *Laguncularia racemosa* en el estero Boca de Pascuales. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.



**Figura 12.** Tular de *Tipha latifolia* con *Eichornia crassipes* en las orillas de la laguna de Amela. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.

Son por lo tanto comunidades de plantas acuáticas cuya fisonomía está dada por un grupo de monocotiledóneas de 1 a 3 m de alto, de hojas angostas o bien carentes de órganos foliares. Sus integrantes están arraigados en el fondo poco profundo de cuerpos de agua con corriente lenta y estacionaria, tanto dulce como salobre.

Llegan a formar masas uniformes que cubren grandes superficies de áreas pantanosas y lacustres, o bien en orillas de zanjas, canales y remansos de ríos, principalmente en lugares de clima caliente. Sin embargo, los tulares y carrizales son especies que tienen una amplia distribución (figura 12).

## Vegetación flotante

Este tipo de vegetación agrupa a plantas acuáticas que flotan en la superficie del agua, las cuales pueden estar arraigadas al fondo o bien estar desprovistas por completo de órganos de fijación. Viven tanto en aguas dulces como moderadamente salobres, de sitios tranquilos, no afectados por corrientes de agua.

En el grupo de las plantas flotantes de gran tamaño destaca *Eichhornia crassipes*, capaz de reproducirse con extraordinaria rapidez y de tapizar grandes extensiones, lo que redunda en consecuencias desfavorables para la pesca, la navegación y para la agricultura misma. Además, destaca la presencia de *Nymphaea ampla*,

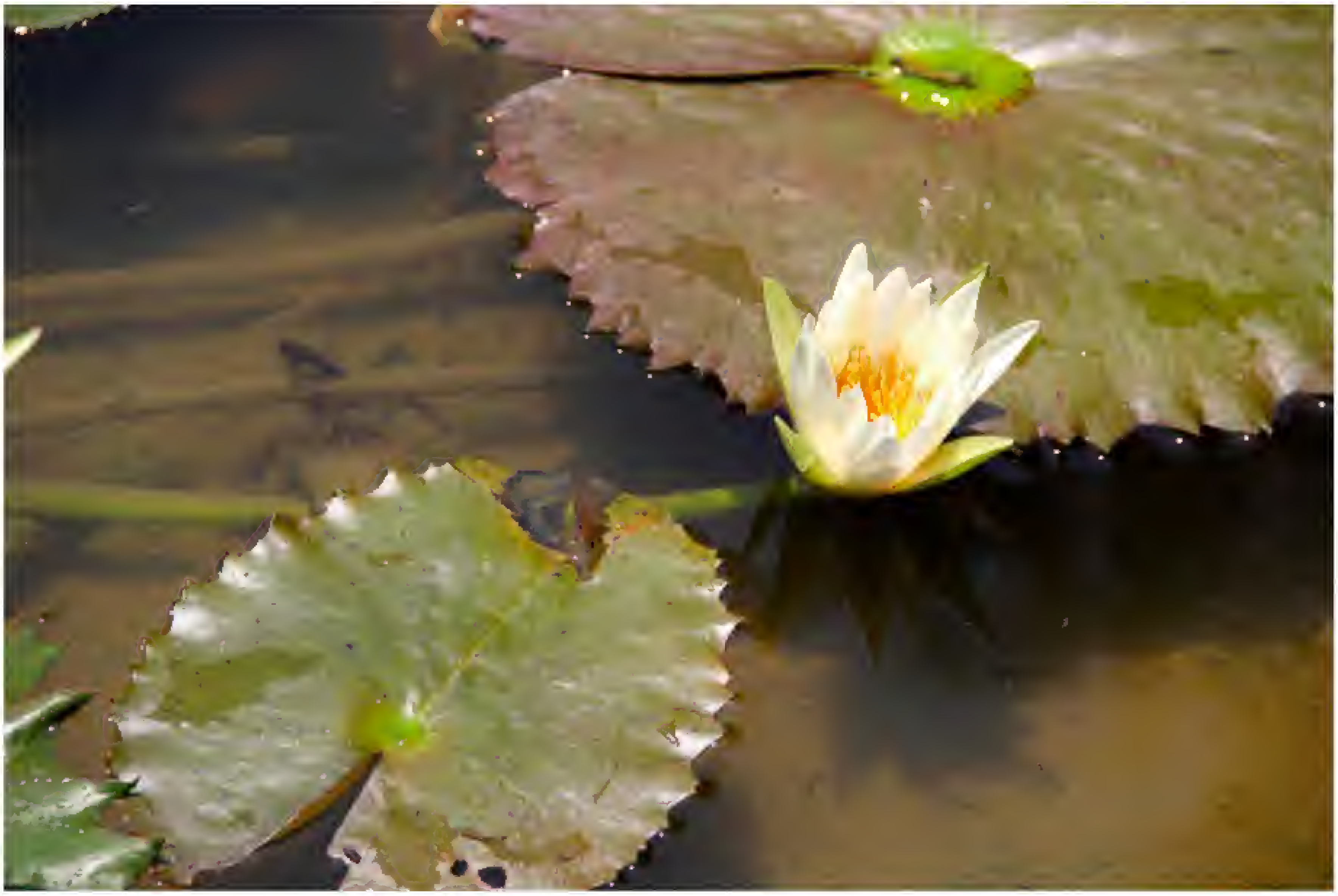


**Figura 13.** Vegetación flotante de *Nymphaea ampla* con *Laguncularia racemosa,* en el estero de Palo Verde. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.

la cual posee flores de color blanco de gran belleza y que por la intervención humana tiende cada vez a ser más escasa (figura 13).

## Pastizales

Los pastizales o zacatales son comunidades vegetales donde las especies dominantes son las gramíneas. Mientras la presencia de algunas especies está determinada claramente por el clima, otras son favorecidas, al menos en parte, por las condiciones del suelo o bien por el disturbio ocasionado por humanos y sus animales domésticos (sobrepastoreo). Por esta razón algunos autores clasifican a este tipo de vegetación, ya sea como pastizal inducido o pastizal cultivado.

El pastizal inducido es aquel que se establece después de deforestar un sitio. De las especies que se instalan la mayoría son anuales, cultivadas, nativas o naturalizadas. Entre las especies más conspicuas se encuentran: *Cathaestecum breviflorum*, *Setariopsis auriculata*, *Aristida adscensionis*, *Aristida jorullensis*, *A. ternipes*, *Axonopus centralis*, *A. compressus*, *Brachiaria plantaginea*, *Diectomis fastigiata*, *Digitaria ciliaris*, *D. horizontalis*, *Hackelochloa granularis*, *Hilaria ciliata*, *Ixophorus unisetus*, *Heteropogon contortus*, *Panicum fasciculatum*, *Paspalum notatum*, *P. paniculatum* y *Setaria geniculata*.

El pastizal cultivado es aquel en el que deliberadamente se han abierto sitios (principalmente en la costa) para sembrar pastos, de

especies tales como *Panicum maximum*, *Cenchrus ciliaris*, *Hyparrhenia rufa*, *Cynodon dactylon* y *Chloris gayana*. En Colima estos pastizales se encuentran sobre sustratos de origen ígneo de basaltos y suelos tipo cambisoles. Se distribuyen en la parte este de Villa de Álvarez y Colima, entremezclados con sabanas y a lo largo de la costa en pequeñas porciones (figura 14).

## Matorral espinoso

Este tipo de vegetación presenta características de comunidades vegetales un tanto heterogéneas que tienen en común la característica de ser bosques bajos, cuyos componentes, al menos en gran proporción, son árboles espinosos. Se desarrolla comúnmente en lugares con climas más secos que el correspondiente a la selva baja caducifolia, pero más húmedo que el del matorral xerófilo (BS1(h´)w), aunque a veces también se presenta en las mismas regiones pero ocupando suelos profundos. Es un hecho que esta comunidad vegetal no está bien definida, ya que tiende a transformarse de manera paulatina a otros tipos de vegetación, incluído el pastizal. Esta formación vegetal ocupa una extensión continua en la planicie costera noroccidental, hasta la parte meridional de Sinaloa; hacia el sur continúa a lo largo de las costas de Jalisco y Colima, donde se localizan en enclaves, en las llanuras costeras que se extienden desde cerca de Tomatlán a Tecomán (figura 1). Las especies de esta formación presentan una altura de entre cuatro y siete metros y además es muy densa. Se citan para esta zona las siguientes especies: *Acacia cymbispina*, *Achatocarpus gracilis*, *Bursera instabilis*, *Caesalpinia coriaria*, *Croton alamosanus*, *Pachycereus* sp., *Pithecellobium dulce*, *Ruprechtia fusca* y *Ziziphus amole*, entre otras (Rzedowski 1978).



**Figura 14.** Pastizales en la parte este de los municipios de Villa de Álvarez y Colima. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.



**Figura 15.** Matorral espinoso con presencia de *Opuntia* spp., al norte del poblado de La Yerbabuena, municipio de Comala. Foto: Gustavo Arévalo Galarza.

Actualmente, este tipo de vegetación se encuentra sobre un sustrato geológico de origen ígneo de rocas andesíticas del terciario y conglomerados polimíctico-arenisca de origen sedimentario, con suelos tipo vertisoles y rendzinas de textura fina. Ejemplos de lugares donde encontramos esta formación vegetal son: al sur de Villa de Álvarez, sureste de Coquimatlán y la parte norte-suroeste de Cerro de Ortega. Además, en algunos lugares se distinguen manchones donde las especies dominantes suelen ser: *Ziziphus mexicana, Zanthoxylum fagara*, *Recchia mexicana*, *Celtis caudata*, *Pereskiopsis diguetii*, *Guaiacum coulteri*, *Pachycereus pecten-aboriginum*, *Caesalpinia cacalaco*, *Lysiloma tergemina*, *Morisonia americana*, *Jacquinia macrocarpa* y *Tillandsia* sp. En lugares más perturbados dominan matorrales espinosos de *Opuntia*, *Mimosa* y *Acacia* (figura 15). Cabe hacer mención sobre la dificultad de distinguir el matorral espinoso de una selva baja caducifolia típica; su distribución en manchones pequeños impide cartografiarla a escalas locales.

## Referencias


Beetle, A., E. Manrique-Forceck, C.V. Jaramillo-Luque, *et al.* 1987. *Las gramíneas de México*. Vol. II. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA)/ Secretaría de Agricultura Recursos Hidráulicos (SARH). México, D.F.

Bravo-Hollis, H. 1978. *Las cactáceas de México*. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991a. *Las cactáceas de México*. Vol. II. UNAM. México.

——— . 1991b. *Las cactáceas de México*. Vol. III. UNAM. México.

Hágsater, E. y G. Salazar. 1991. Icones Orchidacearum I. En: *Orchids of Mexico*. Part 1. Asociación Mexicana de Orquideología, A.C., México, D.F.

Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 29:1-179.

Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 2005. *Árboles tropicales de México.* UNAM/Fondo de Cultura Económica (FCE). México.

Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa, S.A. México.

———. 1993. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. Instituto de Biología, UNAM (IBUNAM). México.

Rzedowski, J. y R. Mcvaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9:1-123.

SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1994. Inventario Nacional Forestal Periódico. Memoria nacional. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre- SARH. México.

Sousa, M. y A. Delgado. 1993. Leguminosas mexicanas: fitogeografía, endemismo y orígenes. En: *Diversidad biológica de México. Orígenes y distribución*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. IBUNAM. México, pp. 449-500.

Turner, B.L. y G.L. Nesom. 1993. Biogeography, diversity, and endangered or threatened status of Mexican Asteraceae. En: *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. Oxford University Press, Estados Unidos de America, pp. 559-575.

ESTUDIO DE CASO

# DETERIORO DE LA VEGETACIÓN Y LOS IMPACTOS DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS

Gustavo Arévalo Galarza
María Guadalupe Rodríguez-Camarillo
Andrés Gelacio Miranda Moreno

Con el propósito de diagnosticar el estado de conservación que guardan los diferentes tipos de vegetación que se encuentran en el estado, a continuación se identifican las principales causas que han ocasionado el deterioro de los recursos naturales, particularmente en los bosques y las selvas:

1. Remoción de la vegetación original para abrir nuevas áreas de cultivo.
2. Extracción de especies maderables (para la construcción).
3. Extracción de leña para combustible y carbón.
4. Apertura de nuevas áreas de pastoreo de ganado doméstico (potreros).
5. Remoción de especies nativas para introducción de especies de mayor importancia comercial (frutales y hortalizas).
6. Mortalidad de individuos causada por el uso intensivo de agroquímicos.
7. Fragmentación de la vegetación debido a la construcción de infraestructura, como la red de carreteras, brechas para electrificación, etcétera.
8. Fragmentación y remoción de la vegetación por efectos de la explotación minera.
9. Fragmentación y remoción de la vegetación en los esteros por actividades turísticas.
10. Fragmentación de la vegetación por fenómenos naturales, como la incidencia de huracanes, deslaves e inundaciones.
11. Fragmentación y deterioro de la vegetación debido a la creación de nuevos asentamientos humanos.

Las causas señaladas traen consigo fuertes impactos en los ecosistemas. De esta manera la calidad ambiental de los recursos naturales se ve afectada por las actividades antropogénicas que se llevan a cabo en los diferentes hábitats del estado.

## Índices de diversidad

Existe gran variedad de índices de diversidad, de los cuales la mayoría se basan en la riqueza y abundancia de las especies. Los más conocidos y más sencillos de interpretar, ecológicamente, son los índices de diversidad de Hill y el de Shannon y Simpson. Para conocer los índices de diversidad y de calidad ambiental de la vegetación de Colima se llevaron a cabo muestreos ecológicos dirigidos, en diferentes localidades,

Arévalo, G.G., M.G. Rodríguez-Camarillo y A.G. Miranda M. 2016. Deterioro de la vegetación y los impactos de las actividades antropogénicas. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 132-138.

que incluían tres condiciones de la vegetación: zona conservada (ZC), zona semi-conservada (ZSC) y zona abierta (ZA) (figura 1).

Para la evaluación de las condiciones de la vegetación se aplicó lo planteado por Smith (2000), quien sostiene que para medir de manera general los impactos ambientales sobre los ecosistemas, se puede utilizar la abundancia y la diversidad de especies, como indicadores ambientales, incluso sin profundizar en ellos.

En porciones significativas de su territorio, el estado contiene áreas de vegetación nativa que aún muestran aceptables niveles de conservación, a la vez que existen amplias zonas con evidentes disturbios de origen antropogénico. Esto queda claramente evidenciado en los muestreos realizados para la obtención de los índices de diversidad y calidad ambiental. Para la obtención de tales índices se muestrearon 16 localidades representativas de los distintos tipos de vegetación, los cuales presentan diferentes grados de conservación (cuadro 1).

De acuerdo con los índices de diversidad obtenidos, los valores más altos corresponden a las áreas mejor conservadas, y viceversa; los valores más bajos se presentan en los lugares con mayor perturbación (figuras 2 y 3).




**Figura 1.** Sitios con tres estados de conservación de la vegetación, a) zona conservada (ZC), b) zona semi-conservada (ZSC) y c) zona abierta (ZA). Fotos: Gustavo Arévalo Galarza.

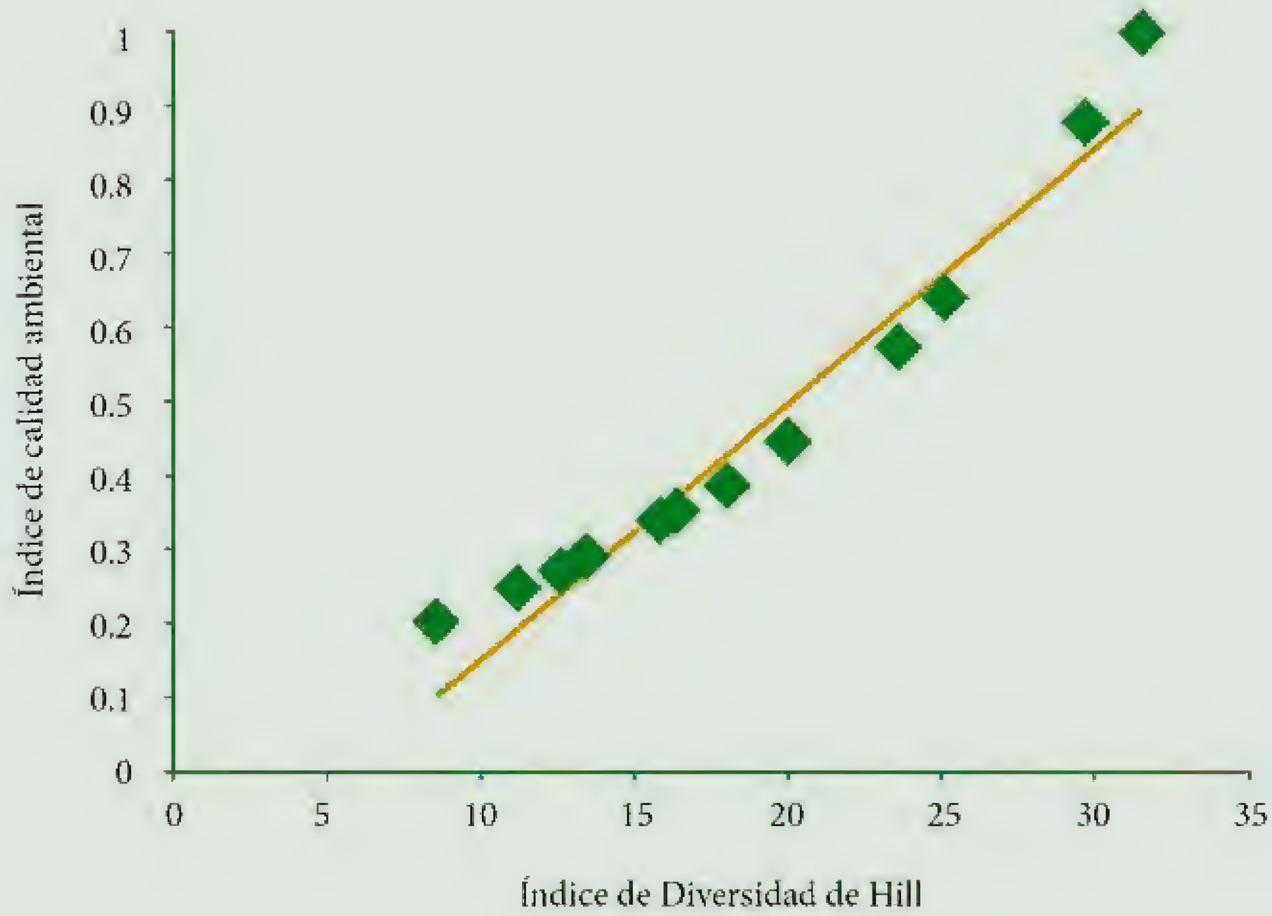



**Figura 2.** Funciones de transformación para determinar y = índice de calidad ambiental, a partir de x = valores de diversidad de Hill. Fuente: elaboración propia.

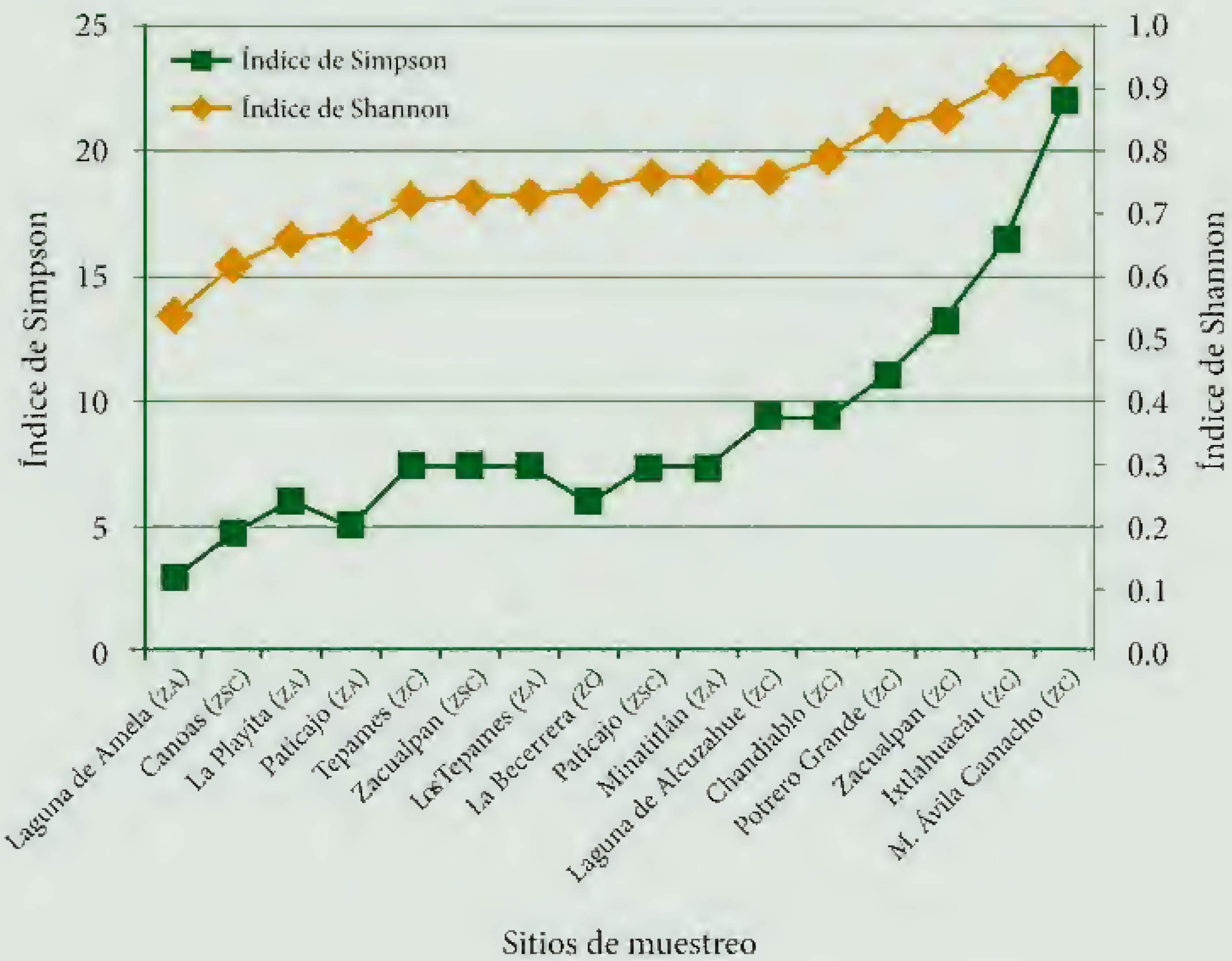



**Figura 3.** Índices de diversidad de Shannon y Simpson, correspondientes a 16 sitios representativos de diferentes estados de conservación de la vegetación; donde zc = zona conservada, zsc = zona semi-conservada, y za = zona abierta. Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 1.** Cálculo del índice de calidad ambiental para el estado; donde ZC = zona conservada, ZSC = zona semi-conservada y ZA = zona abierta. Fuente: elaboración propia.

| Unidad de muestreo | Condición de conservación | Índice de calidad ambiental | Índice Hill | Índice Shannon | Índice Simpson |
|---|---|---|---|---|---|
| Laguna de Amela | ZA | 0.2034 | 8.5 | 0.536 | 3.0 |
| Canoas | ZSC | 0.2452 | 11.2 | 0.618 | 4.7 |
| La Playita | ZA | 0.2743 | 12.8 | 0.659 | 6.0 |
| Paticajo | ZA | 0.2825 | 13.3 | 0.669 | 5.0 |
| Los Tepames | ZC | 0.3370 | 15.8 | 0.721 | 7.3 |
| Zacualpan | ZSC | 0.3453 | 16.1 | 0.728 | 7.3 |
| Los Tepames | ZA | 0.3453 | 16.1 | 0.728 | 7.3 |
| La Becerrera | ZC | 0.3584 | 16.7 | 0.738 | 6.0 |
| Paticajo | ZSC | 0.3904 | 17.9 | 0.759 | 7.3 |
| Minatitlán | ZA | 0.3904 | 17.9 | 0.759 | 7.3 |
| Laguna de Alcuzahue | ZC | 0.3904 | 17.9 | 0.759 | 9.4 |
| Chandiablo | ZC | 0.4474 | 19.9 | 0.790 | 9.4 |
| Potrero Grande | ZC | 0.5747 | 23.5 | 0.841 | 11.0 |
| Zacualpan | ZC | 0.6390 | 25.0 | 0.860 | 13.2 |
| Ixtlahuacán | ZC | 0.8757 | 29.6 | 0.910 | 16.5 |
| M. Ávila Camacho | ZC | 1.0000 | 31.5 | 0.929 | 22.0 |

De esta manera, la valoración de la calidad ambiental se realizó en función de los cálculos de diversidad, específicamente del índice de Hill. Esta valoración general se llevó a cabo a través de la relación de tipo exponencial $\mathbf{y} = 0.1124\mathbf{e}^{0.0893X}$, donde: **y** = índice de calidad ambiental y **x**= índice de diversidad de Hill. La figura 2 muestra que cuando la diversidad es mayor el índice de calidad ambiental toma valores de diversidad > 23, correspondientes a un índice de calidad ambiental aceptable (> 0.60), indicando que las comunidades conservadas muestran una calidad ambiental relativamente buena.

La figura 5 muestra que las unidades correspondientes a seis zonas conservadas (Zacualpan, Ixtlahuacán, Miguel Ávila Camacho, Chandiablo, laguna de Alcuzahue y la parte norte de Potrero Grande) son las unidades de muestreo que presentan los valores de diversidad (Shannon y Simpson) más altos. Estos resultados confirman lo observado en la figura 2 y coincide con lo planteado por algunos autores como Vázquez *et al.* (1990), en el sentido de que las zonas conservadas son las más diversas y de que los valores de diversidad más bajos corresponden a las áreas perturbadas, como es el caso de la laguna de Amela.

Considerando la información histórica sobre la vegetación potencial para Colima (INEGI 1981), la actualización del mapa de usos del suelo y vegetación (1990) y lo revelado por los índices de diversidad ecológica, existe una tendencia encaminada a una mayor perturbación de los diferentes ecosistemas ocasionada por los cambios de usos del suelo, cuya localización y orígenes se mencionan a continuación:

- Aumento en la superficie de agricultura de temporal en los municipios de Comala (parte centro-este), Villa de Álvarez (este), Colima (norte y este), Cuauhtémoc (sureste y norte) y Armería (centro-norte).
- Aumento o mejoramiento de las condiciones en la producción agrícola (este y centro del municipio de Villa de Álvarez).
- Aumento en la superficie de agricultura de riego en Armería, Manzanillo (alrededor de la laguna de Cuyutlán), así como el cambio de agricultura de riego por agricultura de temporal en Manzanillo.
- Aumento de selva baja espinosa y vegetación secundaria en la parte sur de Tecomán y oeste de Colima, como resultado de la perturbación de la selva baja caducifolia.
- Aumento de la superficie de pastizal y sabana en partes de Colima, presumiblemente por la apertura de la selva baja caducifolia.

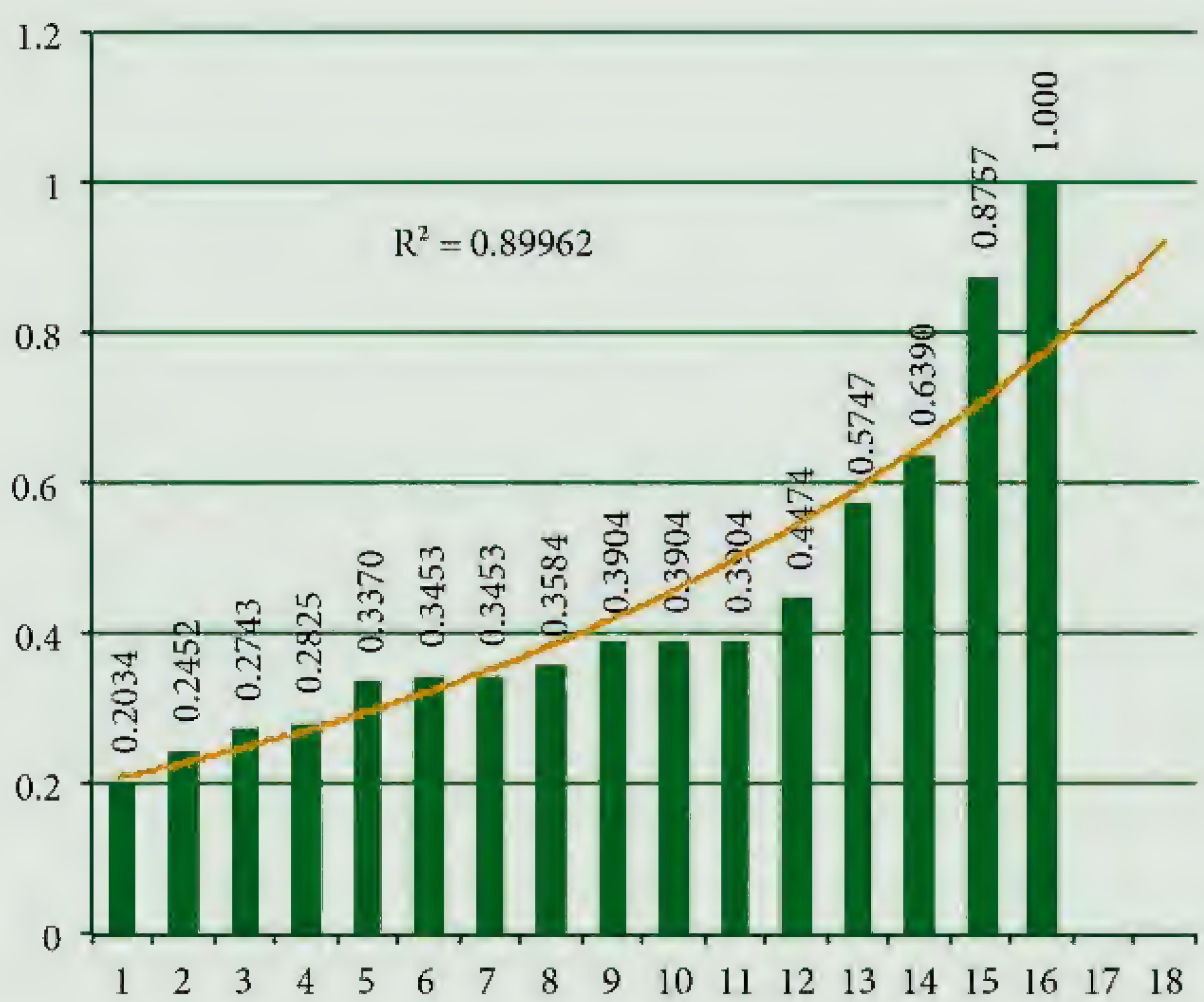
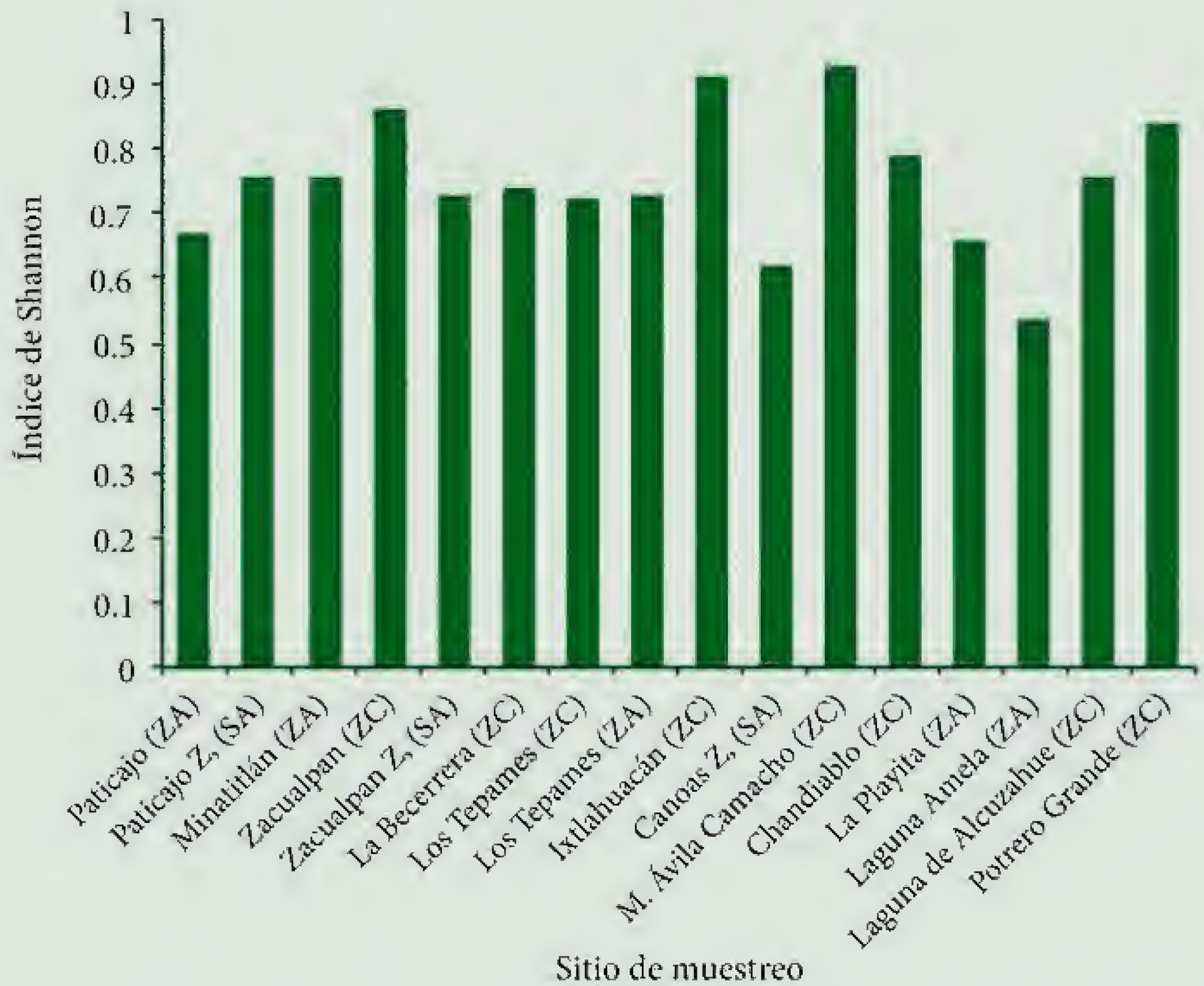



**FIGURA 4.** Funciones de transformación para determinar y = índice de calidad ambiental, a partir de x = valores de diversidad de Hill. Fuente: elaboración propia.



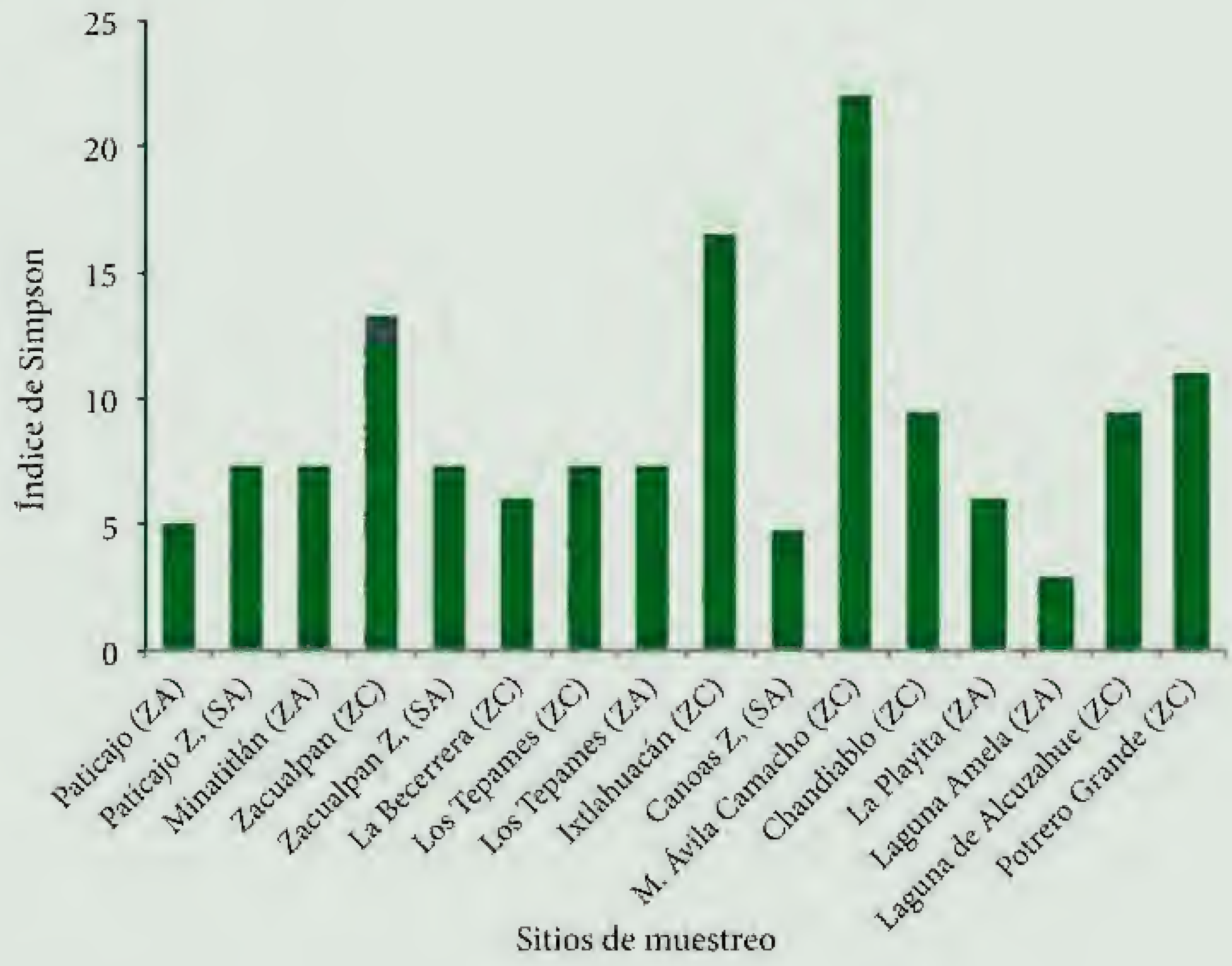




**Figura 5.** Índices de diversidad de Shannon y Simpson, correspondientes a 16 sitios representativos de diferentes estadios de conservación de la vegetación en el estado; donde ZC = zona conservada, ZSC = zona semi-conservada y ZA = zona abierta. Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

Para evaluar la calidad ambiental de un ecosistema es necesario conocer los impactos que las actividades humanas causan en el mismo, ya sea de forma directa o indirecta.

Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción o actividad humana produce una actividad favorable o adversa en el ambiente, o en algunos de sus componentes.

El conocimiento de la abundancia y la diversidad de las especies se considera un paso fundamental en el entendimiento de los efectos que tales impactos ocasionan en los ecosistemas naturales.

## Referencias

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1981. Síntesis geográfica de Colima. Coordinación General de los Servicios Nacionales y Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

Moreno, A.B., M.V. González, E.G. Nolazco, *et al.* 2010. *Recursos naturales y sociedad sustentable.* Universidad Autónoma Chapingo. México.

Smith, R.L. y T.M. Smith. 2000. *Ecología.* Pearson. Addison Wesley. España.

Smith, S.G. 2000. Flora of North of México, vol 22. En: *Flora of North America*. Editorial Committee. Oxford University Press, New York, pp. 278-285.

Sol, A. 1996. *Diversidad florística de la selva de canacoite:* Bravaisia integerrima *(Sprengel) Standl., en la región de La Chontalpa, H. Cárdenas, Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.

Vázquez, G.J.A., R. Cuevas, T.S. Cochrane y H.H. Iltis. 1990. *Flora de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco*. Universidad de Guadalajara, Jalisco.

# Descripción de los ecosistemas en la zona costera

Gloria Alicia Jiménez-Ramón
Alma Jocelyn Mendoza-Morales
Juan Carlos Chávez-Comparán
Rosa María Guzmán-Barrera
Basilio Lara-Chávez

## Introducción

Las zonas costeras son importantes como recursos naturales debido a que hacen posible la realización de una serie de actividades económicas, tales como la pesca y acuacultura, extracción de minerales y de hidrocarburos, actividades turísticas y recreativas, así como desarrollos portuarios y de transporte marítimo. Además, las costas pueden resultar sitios idóneos para el desarrollo industrial y urbano.

Asimismo, en las zonas costeras se encuentran sistemas ecológicos importantes en cuanto a productividad y diversidad biológica, tales como: lagunas costeras, estuarios, dunas, playas, áreas rocosas, arrecifes de coral, bosques de manglar y pantanos.

Debido al desarrollo de actividades humanas en los sistemas ecológicos originales, los impactos adversos en el ambiente han sido considerables, eso es debido a la combinación de una serie de factores y causas, tales como la mala planeación y la escasez de estudios básicos sobre los recursos naturales y la dinámica de la costas, circunstancias que ocasionan un aprovechamiento irracional y deficiente de la zona costera y sus recursos.

Con la finalidad de entender el alcance y la importancia ecológica y económica de estas áreas, se define a la zona costera como las aguas costeras y sus costas adyacentes, ambas influenciadas de forma mutua, incluyendo islas, zona intermareal, marismas, manglares, estuarios,

Jiménez-Ramón, G.A., A.J. Mendoza-Morales, J.C. Chávez-Comparán, R.M.Guzmán-Barrera y B. Lara-Chávez. 2016. Descripción de los ecosistemas en la zona costera. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 139-170.

lagunas costeras y playas. En el contexto de la realización de estudios científicos sobre el cambio global, Holligan y Boois (1993) consideran a las zonas costeras desde dos perspectivas: 1) como parte integral del sistema terrestre que contribuye de manera significativa a los ciclos biogeoquímicos globales y su interacción con el clima y, 2) como un conjunto de recursos vitales, en términos de abastecimiento de alimentos y minerales, sitios de descargas de materiales de desechos, de vivienda, de espacios recreativos y de transporte. La frontera tierra-mar incluye algunos de los ecosistemas más productivos del planeta y provee más de 90% de la captura mundial pesquera y otros importantes recursos vivos asociados con comunidades, tales como arrecifes de coral, bosques de manglar, marismas y pantanos.

Como resultado del incremento de la población humana y la tendencia de una gran parte de ella a vivir cerca del mar, los impactos antropogénicos sobre la zona costera han sido severos en las últimas décadas. Los ambientes costeros han sido alterados por actividades humanas en todas las partes del planeta, y México no es la excepción, debido a la combinación de efectos directos (uso del suelo, urbanización, industrialización, retención de agua, explotación de recursos vivos y no vivos y destrucción de hábitats), e indirectos (huracanes, ciclones, cambios en el nivel hídrico de humedales, incrementos en el nivel de mar e inundaciones, entre otros). Como resultado de las modificaciones ecológicas, la diversidad y estabilidad de los ecosistemas costeros han sido severamente impactadas, contribuyendo al cambio global y evidenciando los efectos sobre el clima y la geomorfología. Las implicaciones ambientales a largo plazo son inciertas.

## La costa

Se estima que el total del litoral en todos los continentes es del orden de 500 mil kilómetros, de éstos, más de 10 mil corresponden al litoral de México. El estado, ubicado en la parte occidental de la república mexicana sobre las costas del océano Pacífico, tiene alrededor de 157 km de costa, que comprenden los municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán, desde el río Coahuayana en el límite con Michoacán hasta la península de La Culebra límite con Jalisco (SPP 1981). Colima cuenta con una plataforma continental de 1 543 $km^2$, un mar territorial de 2 211 $km^2$, una superficie de lagunas litorales de 8 662 ha (Ruiz 1985) y 2 153 ha de lagunas lacustres. El municipio de Manzanillo abarca la mayor amplitud del litoral, debido en gran parte a las bahías de Manzanillo y Santiago, laguna de Cuyutlán, San Pedrito, Juluapan y la ciénega de Potrero Grande. Por su ubicación y área de influencia económica, Manzanillo es considerado como un lugar estratégico para el desarrollo económico portuario.

La costa de Colima se compone de manera general de playas, dunas, acantilados y humedales (sistemas lagunares y estuarinos, ciénegas, manglares y marismas). Las playas de arena están formadas de material de cuarzo y tienen una fuerte influencia en su formación los aportes sedimentarios de los ríos Marabasco, Armería y Coahuayana, así como los innumerables arroyos que desembocan al mar en las temporadas de lluvias. Aproximadamente 90% de la línea costera de Colima consiste de playas. Las dunas de arena se encuentran, en general, en un proceso de estabilización favorecido por la vegetación; la zona de la barra de Cuyutlán es la

más importante en cuanto a dunas. Los acantilados donde las rocas se unen con el mar constituyen menos de 10% de la línea costera.

De los ecosistemas de la costa del estado sobresalen los humedales de los sistemas lagunares y estuarinos, que en promedio se encuentran en uno de cada 20 km en la línea de costa. Entre los humedales más importantes se encuentran; las lagunas de Cuyutlán, de Juluapan, los estuarios Boca de Apiza y El Centinela, los esteros San Rafael y El Tecuanillo. Además, desde el punto de vista fisiográfico resaltan las bahías de Manzanillo y Santiago, y el sistema de dunas que separa la laguna de Cuyutlán con el océano (figura 1).

Para entender las consecuencias del desarrollo regional y llevar a cabo una planeación adecuada y racional, es necesario comprender cuáles son los principales componentes que inciden en el deterioro de la zona costera, cómo funcionan los sistemas costeros y cuáles son las medidas pertinentes de administración costera. A continuación se proporciona una breve descripción de cuatro componentes que guían el funcionamiento de los sistemas costeros.

1. Corrientes oceánicas. La corriente oceánica de mayor importancia frente a las costas de Colima es la de California. Esta es una corriente fría que fluye hacia el sur a lo largo de la península de California, siendo normalmente suave e influenciada por los vientos ocasionales. Después de fluir a lo largo de la península de California, esta corriente cambia su dirección hacia el suroeste y se transforma en lo que se conoce como la Corriente Ecuatorial del Norte. Otra corriente de importancia frente a las costas de Colima, Jalisco y Michoacán, es la corriente caliente que fluye hacia el norte, derivada de la Contracorriente Ecuatorial. Las dos corrientes descritas anteriormente confluyen frente a las costas mexicanas del Pacífico, hacia el sur de Michoacán en invierno y hacia el norte de dicho estado en el verano. En el invierno, la porción de la corriente de California que fluye hacia el sur hasta Acapulco se llama Corriente Mexicana. En el verano, la corriente Contracorriente Ecuatorial que cambia su dirección al norte o noroeste de Michoacán, fluye hacia el norte a lo largo de las costas mexicanas occidentales.

2. Suelos. En la región de la costa el relieve del suelo es inclinado ligeramente hacia el mar, donde se forman lagunas y esteros; los suelos son en su mayoría de origen aluvial, presentando texturas variadas con abundancia en arena y limo (SPP 1981).

3. Humedales costeros. Son ecosistemas tanto naturales como artificiales que se caracterizan por estar permanente o temporalmente inundados, ya sea por aguas dulces, salobres o salinas, las cuales pueden estar estancadas o ser corrientes. Incluyen regiones ribereñas, costeras y marinas que no exceden los seis metros de profundidad con respecto al nivel medio de las mareas bajas (Convención sobre Humedales RAMSAR 1971) (figura 1). Entre los humedales costeros se tienen además a los sistemas lagunares y estuarinos, los cuales son cuerpos litorales semicerrados. Estos últimos sistemas se diferencian geomorfológicamente ya que en el sistema

lagunar su eje principal se encuentra paralelo a la costa (embahiamiento), mientras que en el estuario su eje principal es perpendicular a la costa y es considerado como la boca de un río. El sistema estuarino se puede dividir a su vez en estuario y estero. El estuario es la boca de un río, por lo general, de mayor dimensión, mientras que el estero es la boca de un arroyo que por lo general aporta agua sólo en época de lluvias y tiene una menor dimensión que el estuario. Desde el punto de vista ecológico, las lagunas costeras y estuarios constituyen un ecosistema de tipo similar y se puede hablar de un medio ambiente lagunar-estuarino (Yañez 1978). Entre los principales sistemas lagunares en Colima están las lagunas de Cuyutlán, Juluapan, Chupadero y La Murcielaguera. Entre los principales estuarios están El Centinela y Boca de Apiza, y los esteros son El Real, Tecuanillo y San Rafael (figura 1)

4. Recursos hídricos de la zona costera. Los recursos hídricos más importantes que tienen influencia en la zona costera del estado son, río Coahuayana, río Salado, río Armería, arroyo Salahua y río Cihuatlán o Marabasco (Figura 1).

## Los sistemas costeros lagunares y estuarinos de la región del Pacífico Tropical Mexicano

Los sistemas lagunares o estuarinos de la costa del Pacífico Tropical Mexicano tienen un comportamiento ambiental que consiste de un ciclo anual de dos fases: la primera en la temporada de sequía, que comprende los meses de diciembre a mayo, cuando el régimen de lluvia se ha detenido. El proceso de acumulación de arena en la boca inicia hasta cerrar por completo la comunicación entre los sistemas con el océano. La pérdida de biomasa verde de la vegetación litoral alcanza su máximo en julio, apreciándose una desnitrificación de sus aguas, es decir, aumentando los niveles de amonio y disminuyendo los niveles de nitrato y nitritos; los valores de temperatura se mantienen relativamente bajos y el nivel general del agua dentro del sistema alcanza sus valores más bajos.

La segunda fase comprende el comportamiento inverso y ocurre en la temporada húmeda (cuando las lluvias inician su aporte), durante los meses de junio a noviembre, cuando la acción de las olas y la presión del agua de lluvia en las bocas abren la comunicación océano-laguna y la temperatura del agua alcanza sus valores máximos; el proceso de reverdecimiento de la vegetación estuarina alcanza sus niveles máximos, ocurriendo lo mismo con el nivel del agua dentro de los sistemas.

Los cuerpos de agua sufren variaciones en la salinidad, de acuerdo a su tipo, por lo que resulta adecuado clasificarlos con respecto a este parámetro en: *a)* ribereños, con salinidad entre 0 a 10 partes por mil; *b)* estuarinos, con salinidad entre 10 a 25 partes por mil y *c)* oceánicos, aquellos que tengan más de 25 partes por mil. Este comportamiento de la salinidad en un cuerpo de agua durante un ciclo anual puede variar de ser ribereño a ser estuarino, o de oceánico a estuarino y viceversa, ello dependiendo de la presencia o afluencia de lluvias, así como de la magnitud en la comunicación con el océano (figura 1).

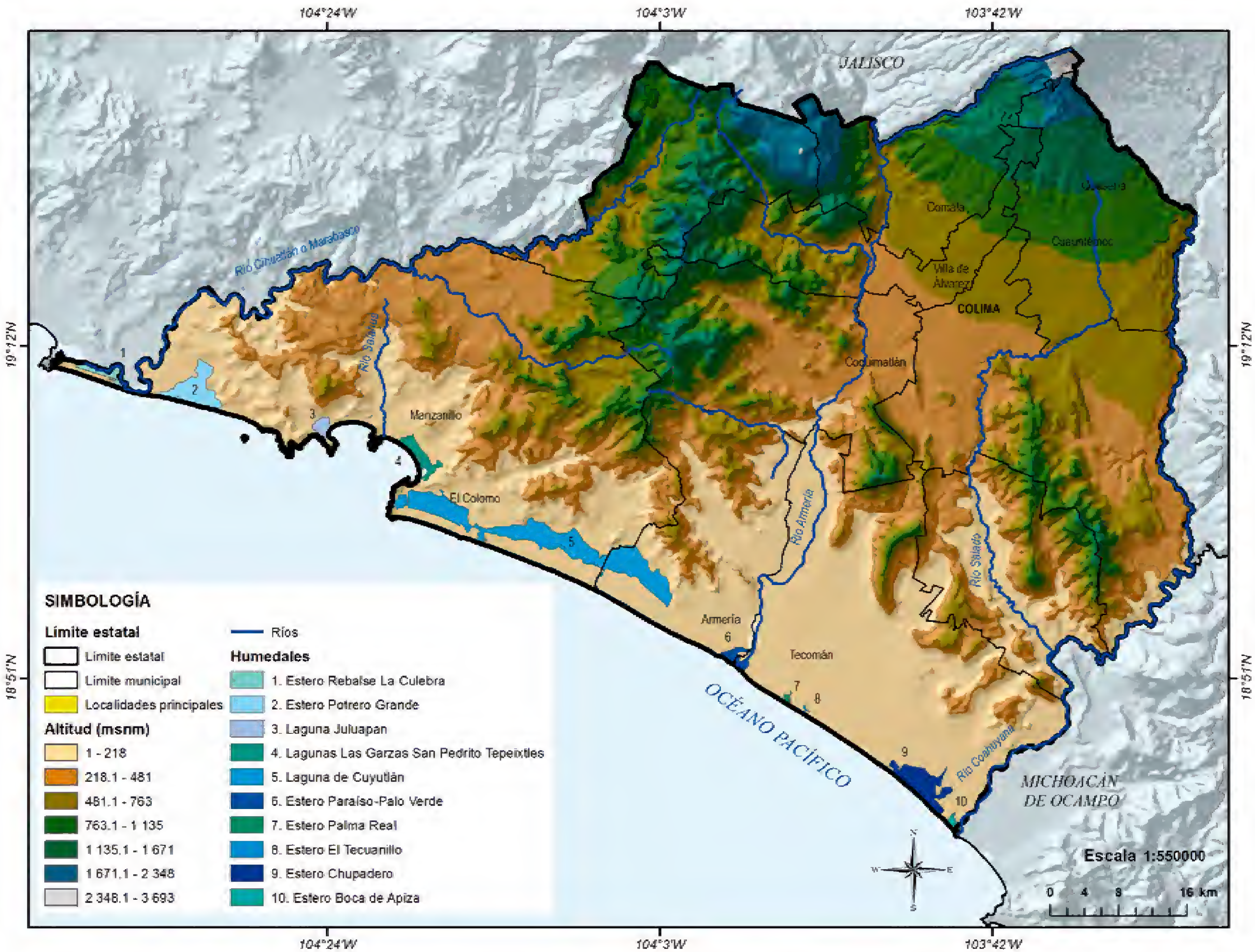



**Figura 1.** Hidrografía superficial (1-5) y humedales costeros (6-10). Fuente: elaborado con información de autores.

En la vegetación litoral de estos sistemas, podemos identificar un límite muy marcado entre los sitios donde predomina la salinidad menor a 5 o/oo (gramos de sal por kilogramo de agua de mar) y aquellos con mayor salinidad. En los sistemas con una salinidad menor, la vegetación predominante se compone de tules, carrizalillos y huizaches, mientras que en los sistemas con niveles de alta salinidad la vegetación predominante consiste de manglares.

En general las aves más características son aquellas especies de amplia distribución, como la garza blanca (*Casmerodius albus*), el cormorán (*Phalacrocorax auritus*) y el pato buzo (*Aythya affinis*). La fauna ictiológica, en casi todos los sistemas, es la que se menciona en el capítulo correspondiente de este libro.

La importancia ecológica de estos sistemas, lagunares y estuarinos ha sido bien documentada en la bibliografía, pudiendo resumirse de la siguiente manera: 1) producen una alta cantidad de materia orgánica; 2) mantienen una alta remineralización de nutrientes importantes para la fotosíntesis; 3) funcionan como protección de especies de peces y crustáceos con importancia económica durante su etapa juvenil; 4) mantienen una alta diversidad de especies; 5) son zonas importantes de anidación y crianza de aves; 6) funcionan como banco de conservación de la diversidad genética; 7) son considerados como exportadores de materia orgánica (energía en forma de detritus) y nutrientes al sistema oceánico; 8) actúan como reguladores de ciclos hidrológicos que ayudan a recargar los mantos freáticos; 9) estabilizan los sedimentos y 10) funcionan como trampas de contaminantes, sobre todo en las marismas y los manglares.

La importancia paisajística de estos sistemas es considerable debido a su alto nivel de colorido visual y a la gran cantidad de formas de vida presentes en estos lugares, aunado al hecho de que estos sistemas se localizan sobre el litoral, adyacentes a espaciosas playas y dunas. Asimismo, la presencia de formaciones de acantilados hacen resaltar aún más su belleza paisajística, lo que les hace lugares de alto valor para actividades turísticas.

Estimaciones sobre el valor ecológico de los sistemas, de acuerdo al grado de deterioro ambiental, han sido realizadas a partir de los niveles de alteración antropogénica, tales como rellenos, basura, cobertura del manglar, contaminación del agua, así como la presencia o ausencia de aves y peces. Finalmente, se han establecido criterios de apreciación paisajística (estética visual), acceso, amplitud de los espacios abiertos, grado de deterioro terrestre y acuático, coloración del agua y presencia de basura. El apéndice 1 muestra algunas de esas características en los sistemas costeros de Colima.

## Estuario Boca de Apiza (desembocadura del río Coahuayana)

El estuario Boca de Apiza, en el municipio de Tecomán, es la desembocadura del río Coahuayana, el cual separa a las entidades de Michoacán y Colima (figura 2). Su anchura es variable, siendo más angosto durante la época de sequía y sobre todo en la porción de la desembocadura, donde alcanza aproximadamente 2 m, lo que permite la navegación de embarcaciones con motor fuera de borda, mientras que la parte

más ancha puede medir hasta 320 m. Su comunicación con el océano es permanente, aunque en época de sequía ésta se da a través de un canal muy angosto. Su sedimento es predominantemente arenoso, aunque existen porciones de áreas lodosas.

La vegetación más abundante es el manglar, pero también existen carrizales, tulares y marismas, áreas que en conjunto abarcan 2.6 $km^2$, sobre todo en la parte perteneciente a Colima. La fauna es relativamente abundante, sobre todo las aves acuáticas como patos, cormoranes, pelícanos y garzas. La pesca es aceptable, existiendo una Unión de Pescadores provenientes del poblado Cerro de Ortega y que son quienes practican la explotación durante todo el año.

Los parámetros ambientales muestran condiciones ribereñas de salinidad durante todo el año. Resalta la alta concentración de nutrientes (amonio, ortofosfatos, nitritos y nitratos), sobre todo en época de lluvias. El valor de nitratos de 34.04 μg-at/l (microgramos-átomos por litro), tomado en época de humedad, fue el más alto registrado en todos los cuerpos de agua del litoral de Colima. Esto se debe, quizás, a la influencia de fertilizantes utilizados en las tierras agrícolas del valle de Tecomán, las cuales bordean tanto al río como al estuario. La temperatura del agua en febrero fue de 25.5 °C, mientras que en julio alcanzó 29.0 °C, una diferencia de 3.5 °C, relativamente alta para un estuario. Sin embargo, el oxígeno disuelto aumentó de 2.87 a 4.34 ml/l, durante el mismo periodo. El incremento similar del pH (de 7.0 a 7.8) puede ser indicativo de una producción biológica primaria, mayor en verano que en invierno. En época de lluvia la turbidez del agua se incrementa notablemente.

### Importancia, usos y problemas ambientales

El estuario de Boca de Apiza es utilizado principalmente para la pesca, aunque también existen algunos restaurantes y asentamientos humanos de pescadores, sobre todo en el lado de la porción perteneciente al estado de Michoacán (figura 2). Existen algunas estructuras destruidas por la acción erosiva del oleaje ocurrido en 1991, cuando se perdió la comunicación asfáltica de aproximadamente 4 km de largo. En las inmediaciones existe una empresa de acuacultura, Langosta S.A., de 11 ha, y otra en proceso de construcción, Granjas Acuícolas S.A., de 10 ha, en donde se cultiva langostino (*Macrobrachium rosembergii*).

Este estuario puede considerarse con importancia ecológica, aunque su importancia paisajística es únicamente mediana. Su deterioro es cada vez mayor, principalmente por el aporte de nutrientes (fertilizantes) provenientes de sus alrededores, los cuales consisten de campos de cultivo con altas concentraciones de amonio y ortofosfatos.

Existe comunicación acuática a través de canales artificiales de anchura variable, los cuales fluyen, en forma paralela a la costa, hacia el norte por más de 7 km donde adicionalmente existen una serie de cuerpos de agua litorales, tales como los esteros El Carrizal, El Pato, El Ahogado y El Caimán, hasta llegar a la laguna El Chupadero. Los canales antes mencionados permiten la intercomunicación entre los esteros y reciben los aportes de agua dulce y de organismos biológicos.

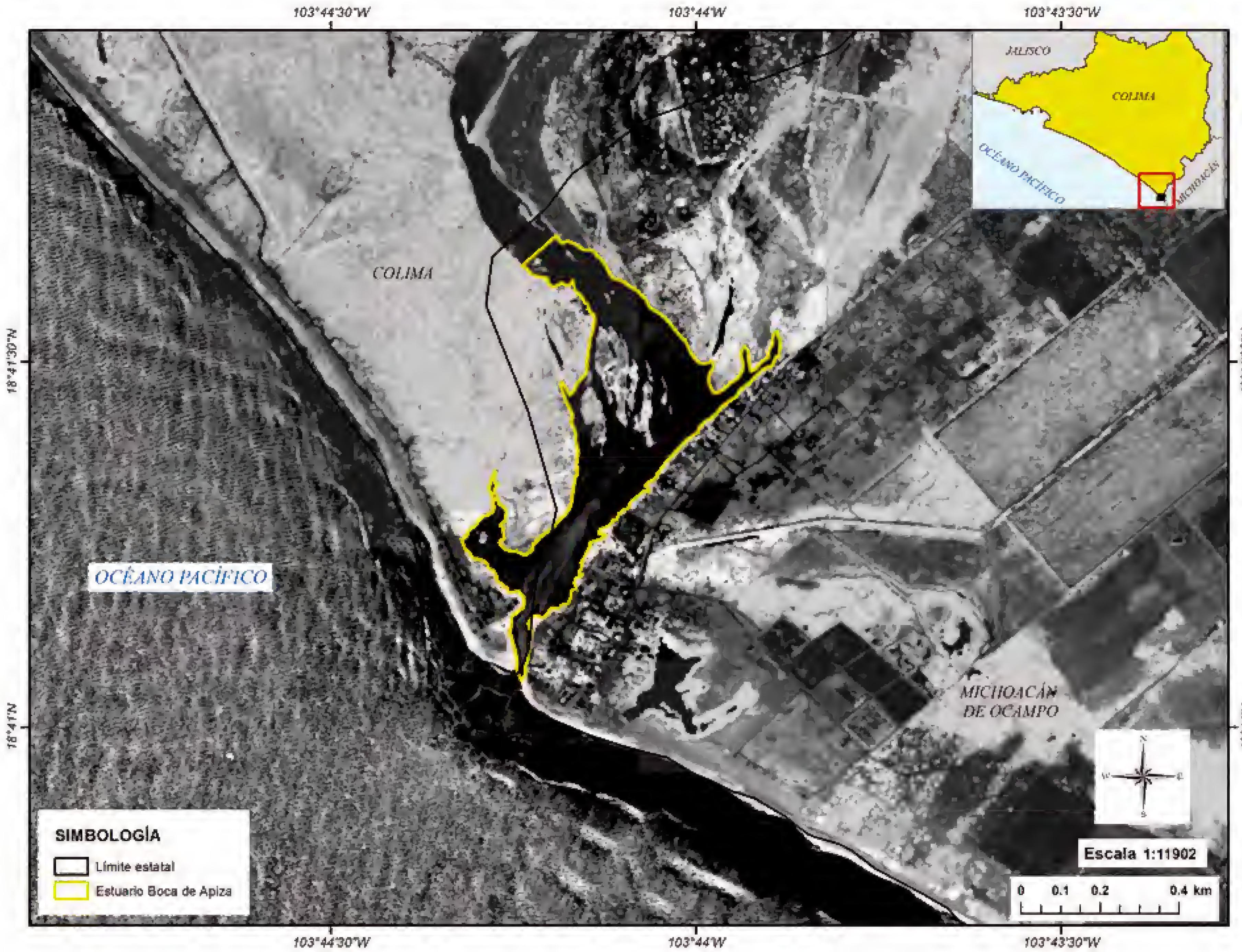



**Figura 2.** Estuario Boca de Apiza (contorno amarillo). Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

## Laguna El Chupadero

Esta laguna es uno de los cuerpos de agua más importantes del estado. Mide 5 km de largo y es de anchura variable, con 230 ha de superficie (figura 3). Su acceso se da a través del camino a Valle Nuevo, entre áreas de gran producción agrícola. La laguna recibe aportes de agua provenientes del río Coahuayana, a través de canales artificiales de más de 7 km de largo que se comunican al sur con otros esteros como El Carrizal, El Caimán, El Ahogado y El Pato. Sus condiciones de salinidad son ribereñas, sin cambios sustanciales durante el año. La influencia de agua de mar es mínima y ocurre durante el periodo de lluvias, cuando se abre ocasionalmente la boca de comunicación con el océano o bien los pescadores llevan a cabo trabajos de apertura de la boca. El hecho de que la boca no se abra en época de lluvias crea condiciones adversas por estancamiento del agua, lo que ocasiona serios problemas de eutrofización (aumento en la cantidad de nutrientes).

La temperatura del agua, en febrero, fue de 26.5 °C, mientras que en julio alcanzó 30.5 °C (4° más alta). La concentración de nitratos y nitritos durante invierno fue mayor que en

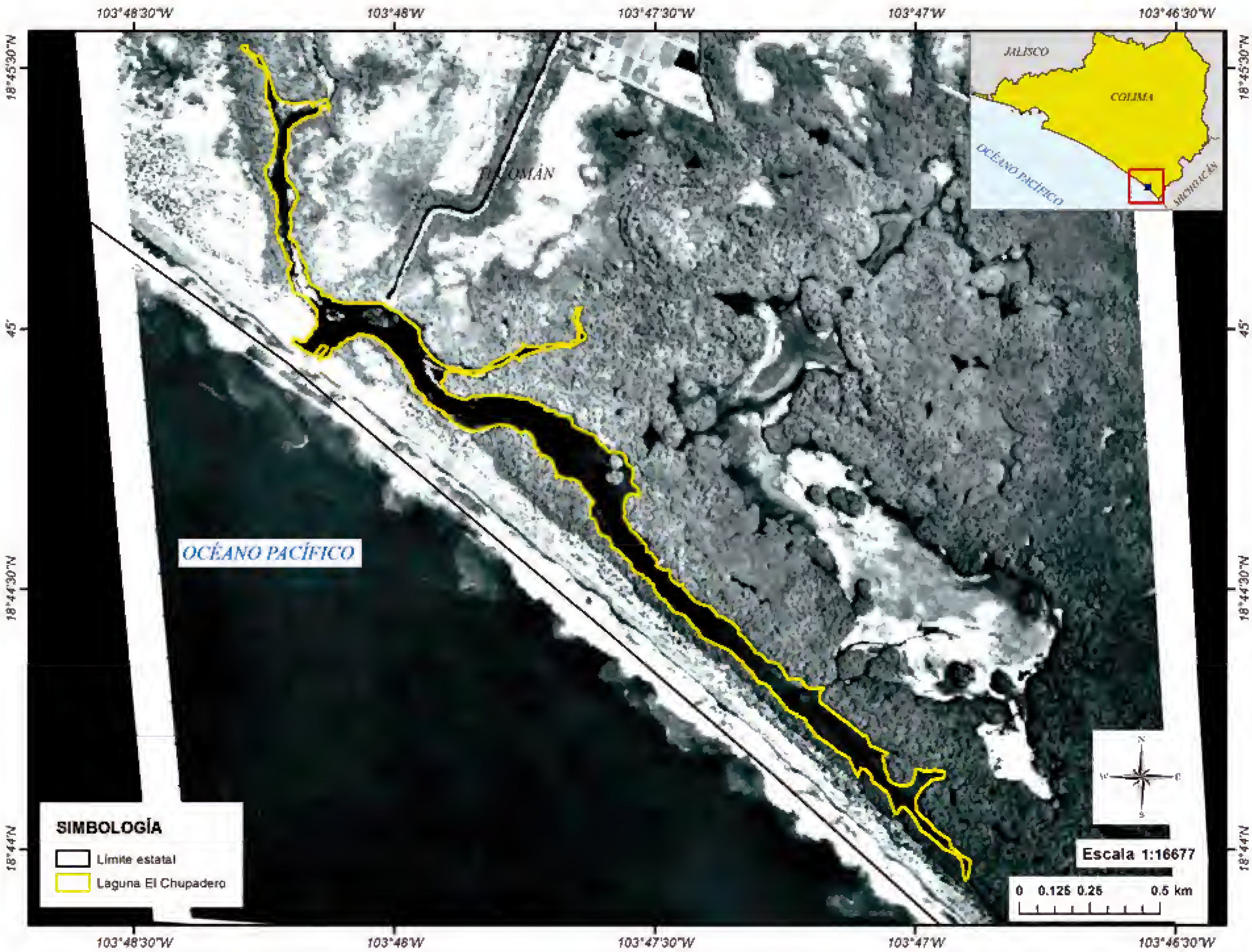



**Figura 3.** Laguna El Chupadero (contorno amarillo). Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

verano, mientras que la de amonio y ortofosfatos tuvieron comportamientos similares en ambas temporadas. El oxígeno disuelto, pH y turbidez, no tuvieron cambios significativos entre ambas épocas.

## Importancia, usos y problemas ambientales

En la parte costera de esta zona existe un sistema de dunas de más de 10 km de largo, cubierto con vegetación espinosa de *Acacia farnesiana* (huizache o mezquite). La playa se localiza dentro de la zona de anidación de la tortuga marina, donde la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) ha instalado un campamento tortuguero permanente.

La laguna El Chupadero tiene gran importancia ecológica debido a que probablemente es el ecosistema lagunar de Colima de mayor diversidad de flora y fauna. Se pueden encontrar gran variedad de peces y aves acuáticas, rodeadas de manglar, carrizal, tular y marismas. La superficie de manglar y de áreas pantanosas alcanza más de 20 km$^2$, la mayor parte de esa extensión muestra condiciones de poca alteración, lo que hace a este sitio candidato para ser propuesto como área natural protegida. Sin embargo, hay que resaltar que durante la década de los ochenta se realizaron trabajos de dragado con el fin de recibir las aguas del río Coahuayana, alterando el patrón normal de

salinidad y por lo tanto haciendo que el sistema se comporte como un estuario, en lugar de una laguna.

En la zona existe explotación pesquera organizada a través de una cooperativa denominada El Chupadero, quienes cuentan con unas ramadas (cobertizos) adyacentes a la laguna, así como incipientes asentamientos humanos en las riberas. Llama la atención que los agricultores se preocupen en mantener la comunicación de esta laguna con el océano, para de esta manera desfogar los afluentes de agua que suben el nivel de dicho estero, lo que perjudicaría a los agricultores debido a la inundación potencial de sus parcelas, por ello se contrata maquinaria, para que en época de lluvias se hagan los trabajos de apertura artificial de la boca del estuario. Existe una prohibición expresa de no introducir embarcaciones turísticas ni de recreo dentro de la laguna.

## Estero San Rafael

El estero de San Rafael se encuentra en el municipio de Tecomán, cuyo acceso principal es el camino a Valle Nuevo (figura 4). Tiene comuni-




**Figura 4.** Estero San Rafael (contorno amarillo). Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

cación permanente con el océano a través de una boca de aproximadamente 40 m, lo cual lo hace el único estero con esta característica, mientras que los demás permanecen cerrados casi todo el año.

El estero está completamente rodeado de campos agrícolas, lo que dificulta el acceso al mismo. Sus márgenes y la vegetación natural han sido completamente alterados para dar paso a cultivos de cocos. Las prácticas de pesca son incipientes y existen algunas construcciones de concreto cerca de la costa, las cuales se están derrumbando por la acción del oleaje.

El estero muestra una alta turbidez y coloración verde, por lo que se asume que se encuentra parcialmente eutrofizado, muy probablemente debido al aporte de fertilizantes de los campos agrícolas de los alrededores. Los valores de los nutrientes son más altos en la época de lluvias que en sequía, con excepción de los nitratos, que son más altos en sequía, con 13.9 µg-at/l (el valor más alto detectado en todos los esteros de Jalisco y Colima durante 1994). La temperatura del agua en febrero fue de 28 °C, mientras que en julio alcanzó 32 °C. Los valores de oxígeno disuelto y pH son más altos en la época de lluvias. La salinidad del agua es ligeramente salobre, alcanzando los 4 o/oo (gramos por kilogramo de agua de mar) durante la época de lluvia.

### Importancia, usos y problemas ambientales

Su importancia ecológica es considerada intermedia, por el hecho de que no cuenta con vegetación estuarina, ni se observa la presencia sustancial de aves acuáticas.

## Laguna de Cuyutlán

Esta laguna se encuentra en el municipio de Manzanillo, cuenta con una superficie de 7 200 ha y tiene una longitud de aproximadamente 37 km paralelos a la costa (figura 5), dividida en cuatro vasos, su profundidad promedio es de 1.5 m y su sedimento consiste de arena en la boca de ventanas y lodo arcilloso, dominando las áreas distales a las bocas de intercomunicación con el mar. Es sin duda el cuerpo de agua más importante del estado; es considerada como una laguna de alta producción primaria, siendo las comunidades de manglar y marismas su principal productor primario, esto hace que la pesca sea particularmente abundante a pesar de los efectos negativos de la contaminación. También habitan en ella gran cantidad de especies de peces, crustáceos y moluscos, lo que resalta su importancia ecológica para el estado.

La temperatura del agua en febrero es de 27 °C y en julio alcanza los 29 °C. El oxígeno disuelto y el pH tienden a mantenerse, mientras que destacan los altos valores de nutrientes como el amonio. Se cree que las bajas concentraciones de fauna están asociadas a altas concentraciones de nitrógeno, resultado de las descargas de aguas negras provenientes de las áreas urbanas de la ciudad de Manzanillo.

### Importancia, usos y problemas ambientales

La laguna de Cuyutlán fue un gran productor de sal durante la época de la Colonia. En el pasado más reciente fue también la fuente principal de producción pesquera del estado.

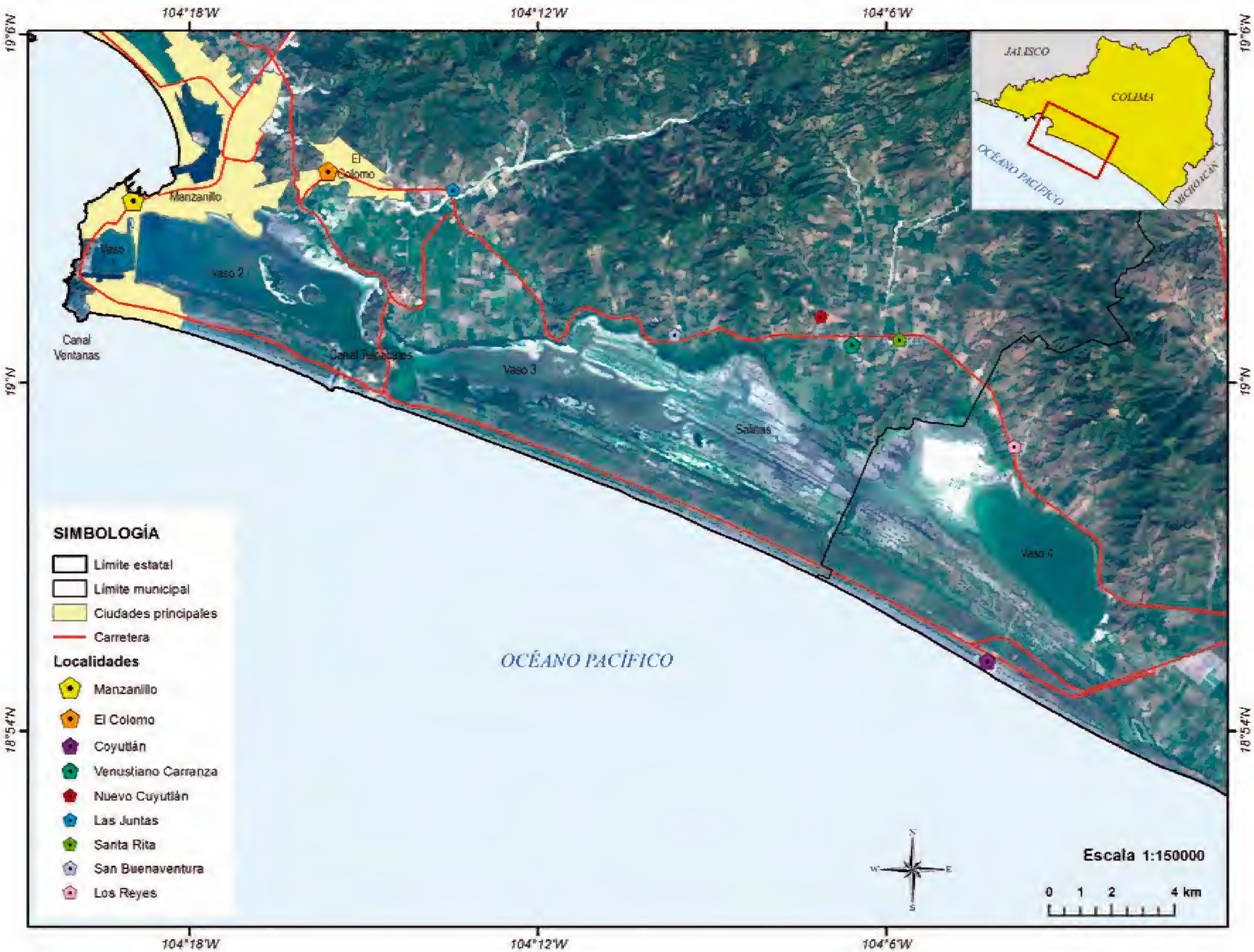



**Figura 5.** Laguna de Cuyutlán. Los puntos representan las principales poblaciones, mientras que las líneas rojas son las carreteras principales. Fuente: elaboración propia.

Actualmente, la producción de sal ha sufrido altibajos y la producción pesquera se mantiene en condiciones inestables debido al deterioro ecológico que sufrió durante muchos años la laguna y que al día de hoy, con la apertura del canal de Tepalcates, está pasando por un proceso de recuperación y reajuste en su hidrodinámica. Sin embargo, aún persiste un deterioro debido en parte a las descargas de aguas negras provenientes del casco urbano de Manzanillo, los diversos accidentes de derrames de hidrocarburos de la tubería que atraviesa la laguna en perpendicular, transportando combustóleo y abasteciendo a la termoeléctrica ubicada en la zona, así como también a la reducida comunicación que la laguna mantiene con el océano a través del denominado túnel (3 m de ancho) y del canal de Ventanas (aproximadamente 80 m de ancho).

Prácticamente toda el agua que entra a la laguna por este último canal es absorbida por la termoeléctrica Manuel Álvarez, para el enfriamiento de su sistema de turbinas. En realidad es poca la cantidad del agua que mantiene comunicación con la laguna, esto ha ocasionado estancamiento y eutrofización en ciertas partes de la laguna, creando zonas anóxicas (con falta de oxígeno) y contaminadas.

Otro problema serio de la laguna es la constante pérdida de terrenos debido a la expansión de las áreas urbanas de la ciudad de Manzanillo, así como a la construcción de diferentes tipos de obras, tales como vías de comunicación (la vía férrea que parte en dos a la laguna), el terraplén que sirvió como sostén de la tubería de dragado de la laguna de San Pedrito y la construcción de decenas de torres de alta tensión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que la atraviesan.

Todas estas obras de relleno aceleran el azolve constante de la laguna debido a que atrapan los sedimentos arrastrados por los arroyos, afectando así su dinámica biológica y fisicoquímica, además de degradar el panorama paisajístico. En los últimos cinco años la laguna de Cuyutlán ha sufrido grandes transformaciones al restaurarse la hidrodinámica por la ampliación de la boca de intercomunicación del canal de Tepalcates, en el vaso II, como resultado de las obras de la Terminal de Gas Natural Licuado (TGNLM) en Manzanillo.

Sin embargo, a pesar de haber llevado un programa de reforestación de aproximadamente 40 hectáreas de manglar en la laguna, existe el proyecto de desarrollar el vaso II como puerto, quedando el vaso III de la laguna como área natural protegida.

## Laguna Tapeixtles

Esta laguna era parte integral de la configuración morfológica de la laguna de San Pedrito, que se encuentra adyacente al poblado del mismo nombre (figura 6). La laguna de San Pedrito fue seccionada en los años setenta para dar paso a un tramo de carretera que unió el área urbana de Manzanillo con los poblados de Salahua y Santiago; de esta manera, la laguna Tapeixtles quedó reducida a su porción este, mientras que en la porción norte nació la laguna del Valle de las Garzas. La laguna tiene una superficie de alrededor de 80 ha, bordeada de manglar con algunas porciones dominadas por

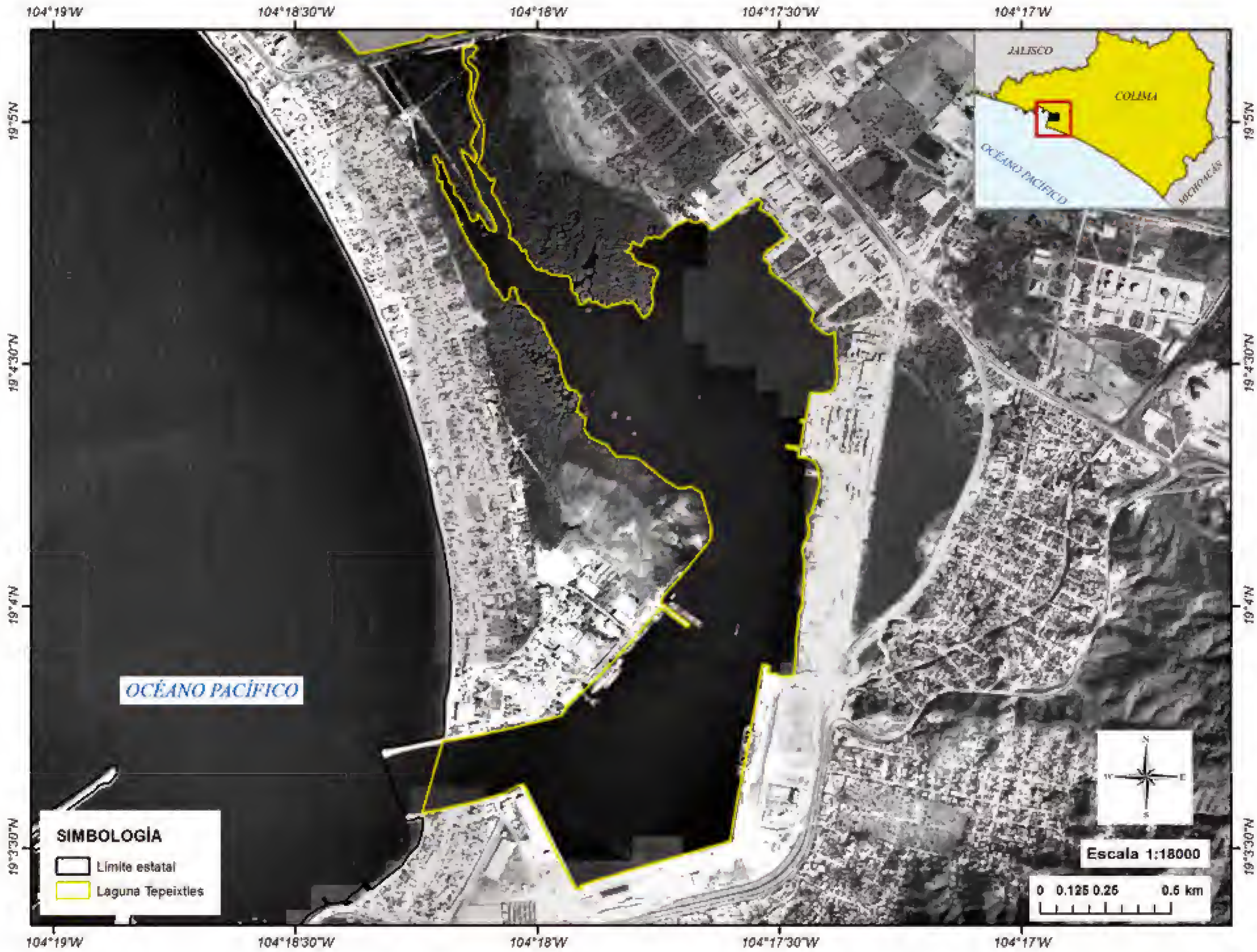



**Figura 6.** Laguna Tapeixtles (contorno amarillo). Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

tule. Se comunica con el puerto interior mediante un par de compuertas y recibe escurrimientos de agua durante la época de lluvias. Actualmente es el sitio de desarrollo del puerto interior.

Los valores de salinidad de la laguna muestran básicamente el mismo proceso que existe en la laguna del Valle de las Garzas, donde es casi nula la comunicación con la laguna de San Pedrito, por lo que prácticamente toda el agua que recibe proviene de la temporada de lluvias. Durante la temporada de sequía concentraciones de nutrientes son excesivamente altos, sobre todo en los compuestos nitrogenados, mientras que en la temporada de lluvia se incrementan los valores de los ortofosfatos. La temperatura del agua, de enero a julio, oscila de los 28 a los 32 °C, y los valores de oxígeno disuelto y pH son altos en la época de sequía (9.10 y 8.9 ml/l, respectivamente), siendo moderados en la época de lluvias.

### Importancia, usos y problemas ambientales

La laguna de Tapeixtles ha sido motivo de controversia social debido a que la opinión pública se manifiesta a favor de preservarla como área ecológica, aunque, lamentablemente, ésta ya ha sido destinada a ser rellenada y ser patio de contenedores del puerto interior desde 1993.

## Laguna de Juluapan

Esta laguna se localiza en la porción norte del municipio de Manzanillo, al oeste de la bahía de Santiago, cubriendo una superficie de 100 ha (figura 7). Su litoral se encuentra rodeado de manglares; tiene una profundidad promedio de 1.6 m, alcanzando mayores profundidades en la boca de la laguna. Su sedimento es arenoso en la boca y lodoso en la cabeza; su comunicación con el océano es permanente, existiendo un fuerte azolve de arena dentro de la laguna.

La fauna de la laguna es rica en diversidad de peces y aves acuáticas. A principios de los años ochenta la laguna se encontraba plagada por una población de medusas bentónicas que no permitía actividad de pesca y que hoy han desaparecido. La salinidad de la laguna es mayor que la del océano durante todo el año, variando de 37 a 38 o/oo. El pH oscila entre 7.0 y 7.5, y el oxígeno disuelto en invierno fue de 5.46 ml/l, mientras que en verano, cuando la temperatura del agua rebasó los 30.5 °C, disminuyó a 4.26 ml/l.

Durante el invierno los valores de los compuestos nitrogenados de la laguna muestran desnitrificación, presentándose valores altos de amonio, resultado probable de la actividad

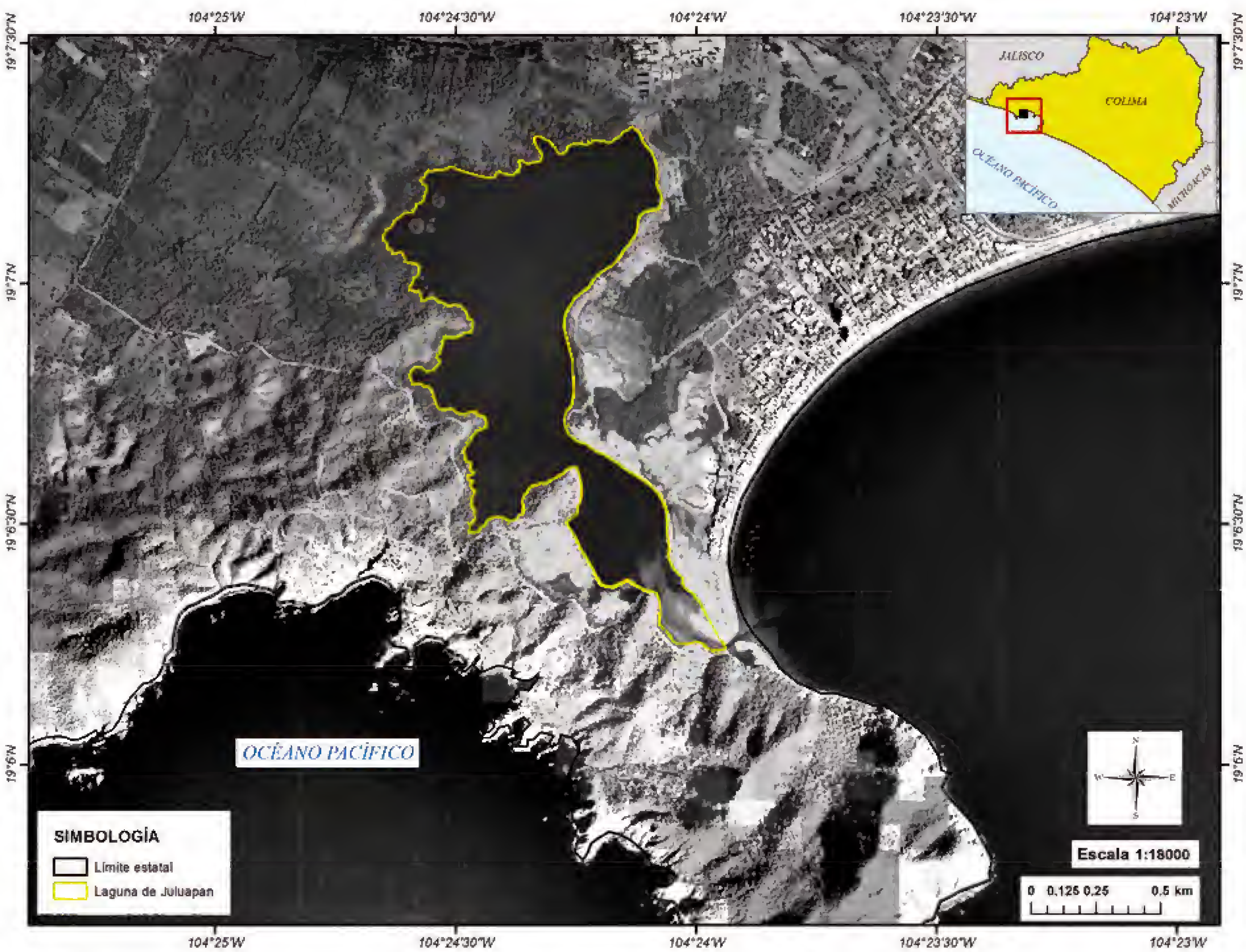



**FIGURA 7.** Laguna de Juluapan (contorno amarillo). Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

biológica y de descomposición de materia orgánica. Los ortofosfatos se mantuvieron en el mismo nivel.

### Importancia, usos y problemas ambientales

La laguna de Juluapan ha sido el cuerpo de agua más alterado del estado, mostrando una total modificación en su morfología original. La laguna estaba rodeada totalmente de manglar y tenía una extensión de agua de alrededor de 176 hectáreas.

A partir de 1987 se iniciaron trabajos de dragado y relleno de sus márgenes, cortándose casi en su totalidad la vegetación de manglar y rellenándose casi 40% de su superficie original. Sin embargo, en 1992 el establecimiento de proyectos turísticos motivó la suspensión de tales trabajos de dragado y rellenos y, aunque la vegetación de manglar ha vuelto a regenerarse en casi todas las márgenes, su anchura es muy limitada.

Los terrenos adyacentes a la laguna son propiedad privada y en los últimos años han estado sujetos a una serie de presiones y conflictos para su utilización por parte de pescadores, ejidatarios e inversionistas turísticos. Se pretende construir una marina para yates turísticos, la construcción de un complejo hotelero y la venta de terrenos para un desarrollo residencial.

Así, se ha querido desplazar a los pescadores que estaban asentados en sus márgenes desde hace más de 20 años, y se ha buscado comprar los terrenos ejidales adyacentes a precios bajos. En la actualidad no se ha llegado a acuerdos en ninguna de estas situaciones.

## Laguna La Murcielaguera

Esta laguna se encuentra en el municipio de Manzanillo, en el área de Playa de Oro (figura 8). Se accede a ella a través del camino de la Playa de Oro. La laguna tiene un ancho variable, con un máximo de 100 m y una longitud de aproximadamente 1 km. Su profundidad es somera (apenas 20 cm) y está cubierta casi en su totalidad por vegetación de mangle. No tiene comunicación con el océano, aunque se ha abierto de manera artificial por temporadas. El agua se encuentra estancada sobre sedimento lodoso.

Los parámetros fisicoquímicos revelan valores altos de amonio y ortofosfatos. Los nitritos y nitratos tienen valores elevados durante la época de sequía y bajos durante la época de lluvia. Existen diferencias de salinidad en ambas temporadas, paradójicamente incrementándose en la época de lluvias. Por ejemplo, durante 1994, debido a las escasas lluvias y las altas temperaturas del agua (34 °C), se secó el cuerpo de agua, reduciéndose a niveles críticos. El gradiente de la temperatura del agua entre una temporada y otra es de 5 °C. El oxígeno disuelto en época de lluvia detectado fue bajo (3.07 ml/l), con una alta turbidez del agua.

### Importancia, usos y problemas ambientales

Aunque su valor ecológico es alto se considera que tiene un valor paisajístico mediano: existen aves acuáticas y seguramente algunos invertebrados como cangrejos, aunque debido a las condiciones someras del cuerpo de agua y su falta de comunicación con el océano, los peces son escasos. Este cuerpo de agua con el tiempo tiende a desaparecer debido al proceso de azolve. Además, debido a su proximidad a la playa el uso de

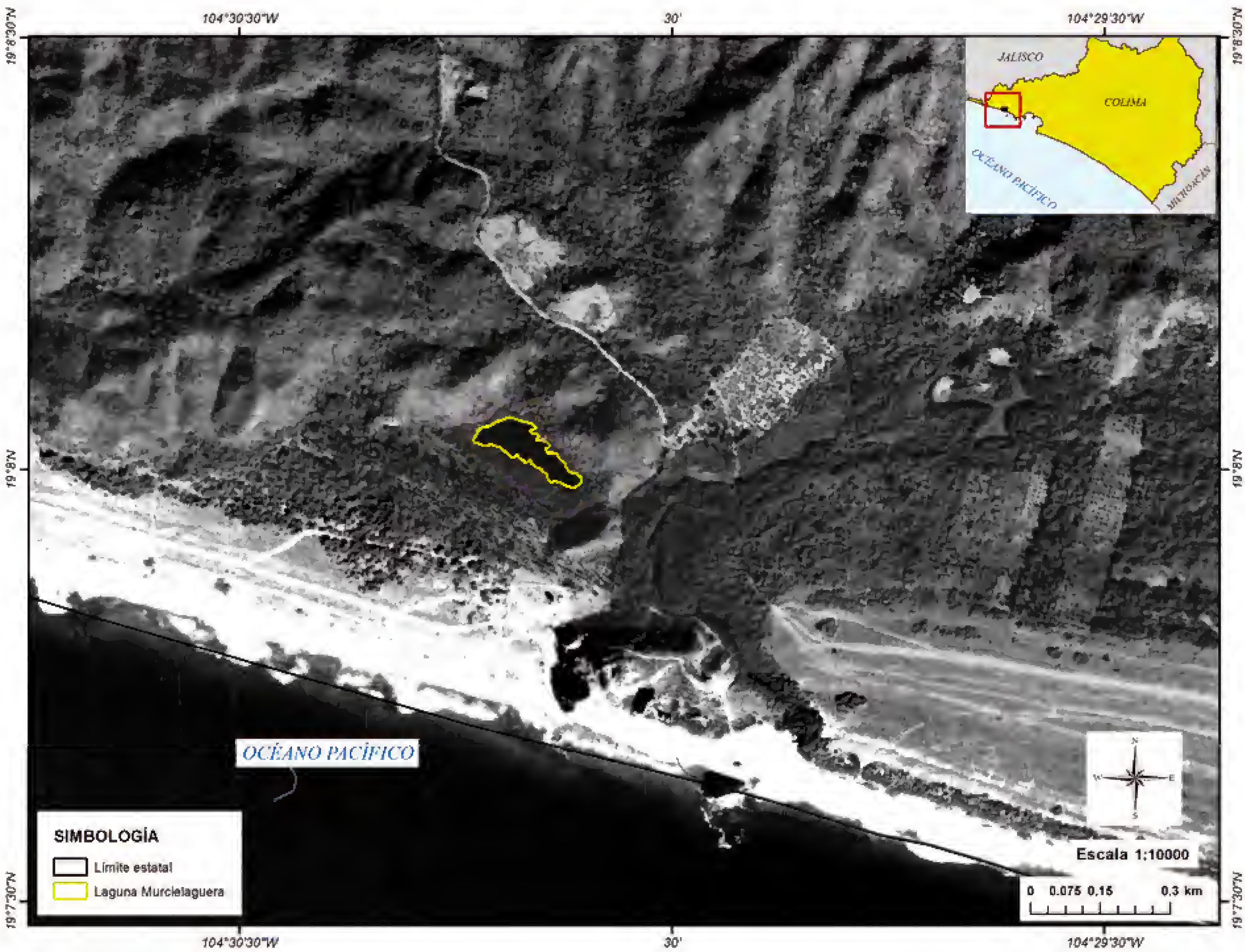



**Figura 8.** Laguna La Murcielaguera (contorno amarillo). Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

suelo de sus alrededores es básicamente recreativo. La zona de Playa de Oro, esta es una playa a mar abierto donde sobresale un sistema de dunas con vegetación predominantemente de *Acacia farnesiana* y *Prosopis juliflora* (huizache y mezquite). Cabe mencionar que la extensión del estero Potrero Grande tiene venas de comunicación hacia este lado de la playa.

## Estuario El Centinela (desembocadura del río Marabasco)

El Centinela es la desembocadura del río Marabasco, que divide los estados de Jalisco y Colima en sus municipios de Cihuatlán y Manzanillo, respectivamente. Su acceso es difícil y se logra a través de un camino de terracería desde el poblado El Centinela, en el municipio de Manzanillo (figura 9).

El estuario tiene un ancho de aproximadamente 30 m y una profundidad de 3 a 4 m, con sedimentos arenosos. La vegetación de los bordes es característica de orillas de cuerpos de agua dulce, tales como el carrizal, el tular y la vegetación de marismas, aunque en los canales paralelos a la costa encontramos manglar. El estuario está comunicado, mediante canales, a las marismas de Potrero Grande, las cuales se encuentran a 4 km al sur y a 3 km hacia el norte. La comunicación con el océano sólo se presenta

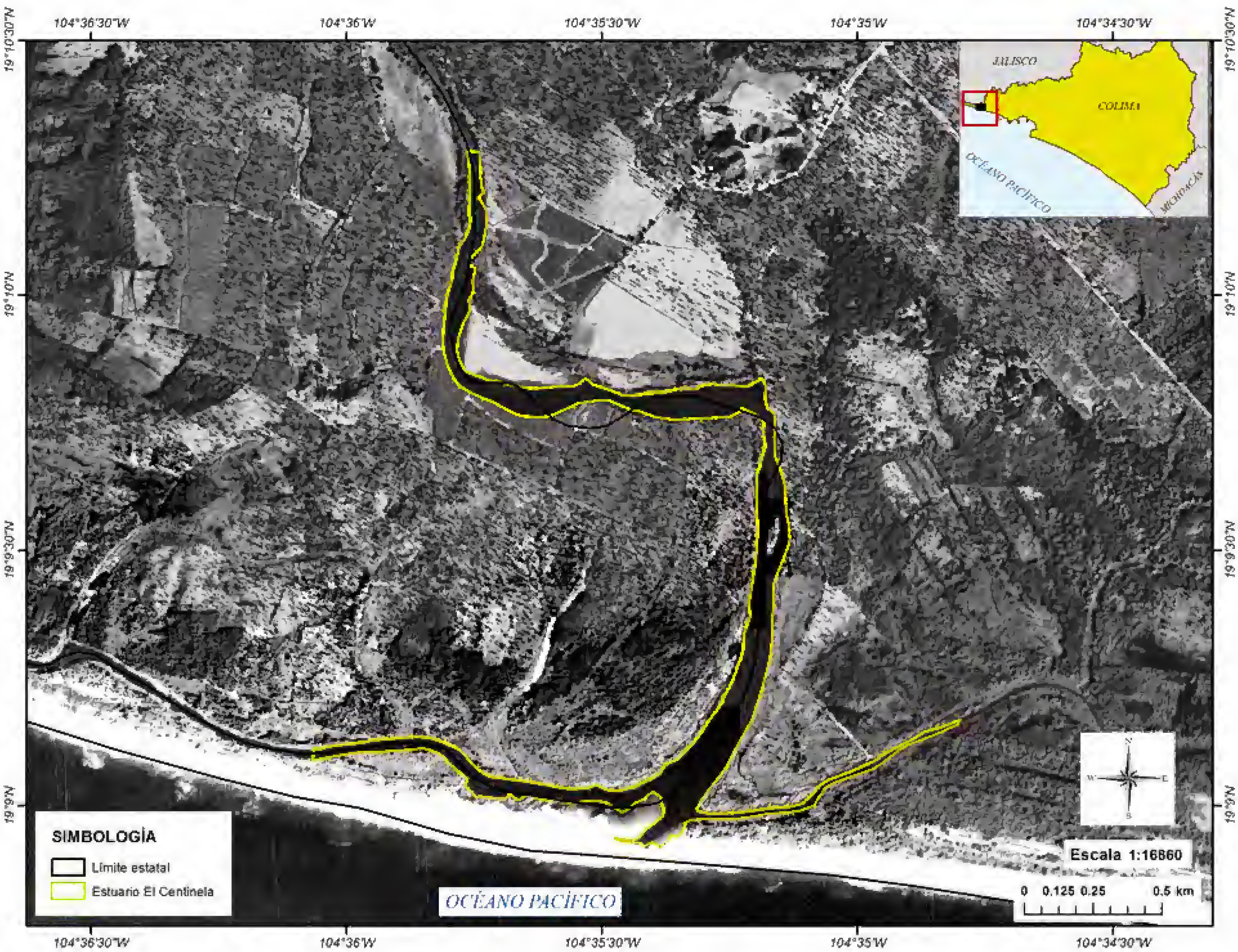



**Figura 9.** Estuario El Centinela (desembocadura del río Marabasco, contorno amarillo). Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

durante la época de lluvias, sin embargo, en ocasiones los pescadores hacen esfuerzos por mantenerla abierta. El nivel del agua es variable, por lo que existen en sus alrededores áreas de terrenos agrícolas sujetas a inundaciones.

El Centinela presenta condiciones netamente ribereñas en donde la salinidad sólo es ligeramente notable en la época de sequía. Las concentraciones de amonio y ortofosfatos son elevadas, no así en el caso de los nitratos y nitritos. El oxígeno disuelto y la temperatura del agua se mantienen estables tanto en época de lluvias como en sequía.

## Importancia, usos y problemas ambientales

La fauna del estero es rica en peces, aves acuáticas, reptiles (cocodrilo) y algunos mamíferos terrestres como jabalí, tejón, mapache y armadillo. Además, las playas adyacentes suelen ser visitadas por la tortuga marina con fines reproductivos, constituyendo una zona importante para su anidación. Resalta también el cocodrilo, ya que es el único lugar del litoral de Colima donde todavía existen poblaciones silvestres de esta especie.

Los terrenos adyacentes al estuario son de uso agrícola y ganadero. El estero es utilizado para

actividades pesqueras de bajo nivel, existiendo una unión de pescadores llamada Las Guácimas. Dados sus bajos niveles de deterioro se le considera con un valor ecológico y paisajístico alto.

## Laguna Valle de las Garzas

Esta laguna mantiene su nombre debido a la presencia de la garza blanca, especie abundante en el pasado y que era un atractivo visual único. Lamentablemente en la actualidad sólo quedan algunas poblaciones de esta especie.

Esta laguna originalmente fue parte de la laguna de San Pedrito, sin embargo, esta última fue seccionada por terraplenes de caminos para comunicar el casco urbano de Manzanillo con las poblaciones y colonias de sus alrededores. De esta manera, la laguna de San Pedrito quedó seccionada; la parte norte se denomina Valle de las Garzas, mientras que la parte oriental se conoce como laguna de Tapeixtles.

La comunicación entre la laguna de San Pedrito y el Valle de las Garzas se produce a través de una compuerta de 2 m por donde pasa el agua de la marea. Como resultado se mantienen

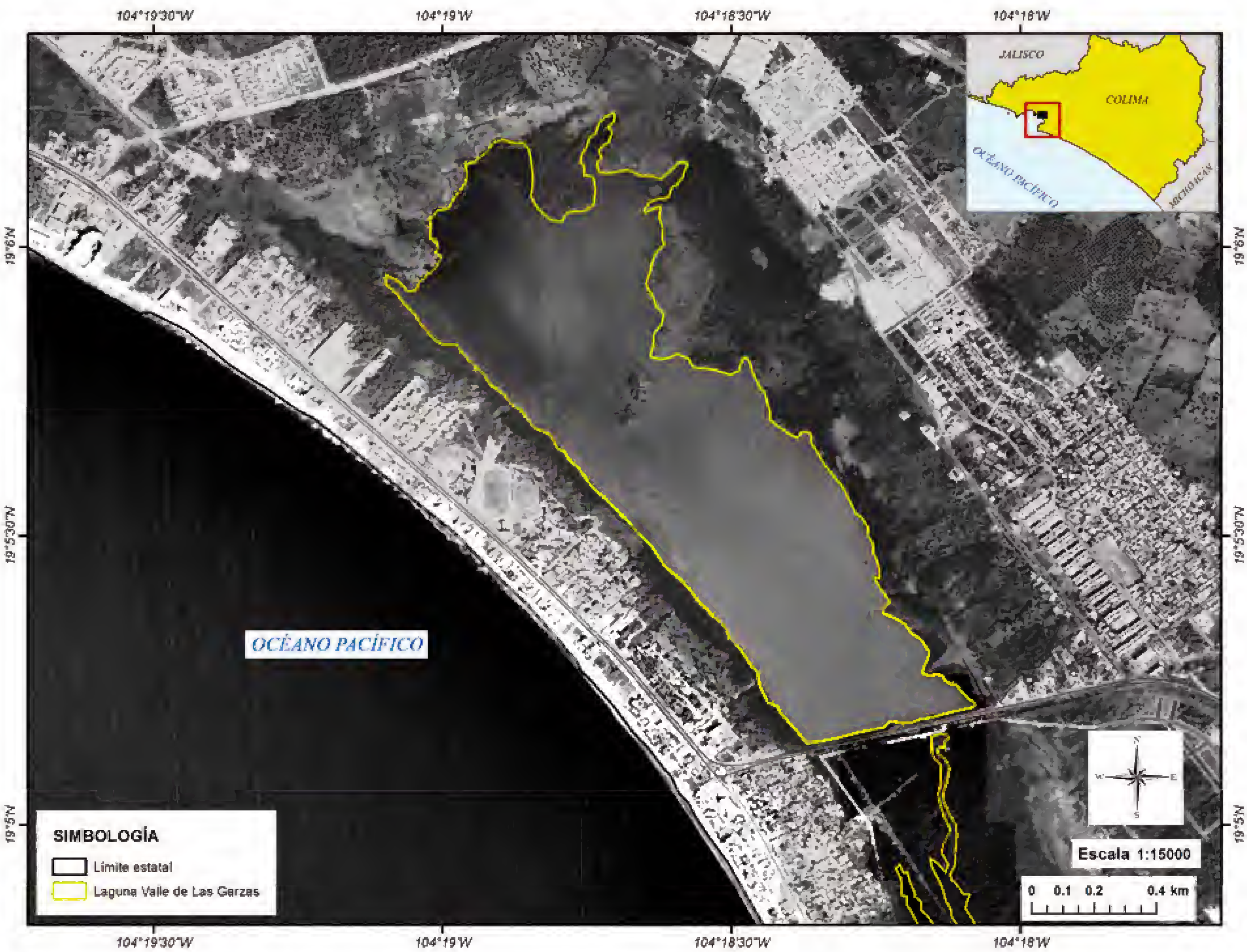



**Figura 10.** Laguna Valle de las Garzas (contorno amarillo). Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

características más parecidas a un sistema de agua dulce y sólo alrededor de esta compuerta se mantienen condiciones salobres. La laguna Valle de las Garzas también recibe agua dulce de varios arroyos. Los parámetros ambientales del agua indican valores altos de nutrientes (ortofosfatos, nitratos, nitritos y amonio) durante todo el año, estos son los valores más altos con respecto a cualquier otro cuerpo de agua del litoral del estado. En la época de sequía alcanzó niveles mínimos de oxígeno disuelto (1.68 ml/l), debido al aporte de desechos de aguas negras provenientes de las colonias urbanas que bordean la laguna. Actualmente, es el reservorio de las aguas grises derivadas de la planta de tratamiento y debido a obras recientes desembocan los arroyos procedentes de la microcuenca.

### Importancia, usos y problemas ambientales

La cercanía de las colonias urbanas alrededor de la laguna provoca una presión constante para ganar terreno a la laguna, mediante rellenos, así como la invasión de vegetación dulceacuícola como el tule (*Typha dominguensis*) y el azolvamiento producido por el arrastre de sedimentos procedentes de la cuenca alta.

## Destrucción de áreas ecológicas en las costas

Los cuerpos de aguas litorales de Colima han sufrido cambios significativos en su biodiversidad, debido a la gran cantidad de obras de infraestructura construidas, las cuales han influido en su estructura física y biológica, afectando negativamente a los ecosistemas costeros del lugar (Chávez y Ortiz 1987). Las bahías de Manzanillo y Santiago son las que soportan el mayor desarrollo urbano-turístico, cuyas consecuencias han significado la destrucción de áreas de importancia ecológica y la contaminación de sus aguas costeras, como consecuencia de las descargas de aguas residuales.

En el cuadro 1 se muestran los diferentes sistemas costeros del estado con respecto a su importancia ecológica y paisajística. Se aplica el principio de que todos estos sistemas tienen importancia ecológica, sin embargo, se reconocen sus diferencias significativas, tomando en cuenta tanto los criterios cualitativos como los visuales, las dimensiones de los cuerpos lagunares, las proporciones de cobertura vegetal halófita, la abundancia relativa de aves y otra fauna, y el grado de disturbio (acceso, tala de mangle, nivel y calidad del agua, uso del suelo), entre otros.

**Cuadro 1.** Matriz que muestra la importancia relativa, ecológica y paisajística, de los sistemas lagunares y estuarinos del litoral del estado. Fuente: elaboración propia.

| Sistemas lagunares y estuarinos | Importancia | |
|---|---|---|
| | Paisajística | Ecológica |
| Cuyutlán | alto | alto |
| Valle de las Garzas | bajo | mediano |
| Tapeixtles | bajo | bajo |
| Centinela | alto | mediano |
| Juluapan | mediano | mediano |
| Boca de Apiza | alto | alto |
| Chupadero | alto | alto |
| San Rafael | mediano | bajo |
| Tecuanillo | mediano | mediano |
| El Real | mediano | bajo |
| La Murcielaguera | alto | bajo |

## Vegetación costera

El tipo de clima, cálido subseco y subhúmedo, que prevalece al interior de la costa de Colima sostiene comunidades de vegetación como la selva baja caducifolia, la selva baja subcaducifolia y los matorrales espinosos, mientras que en las proximidades de la costa encontramos la presencia de dunas, en forma de cordón litoral. Asociada a las lagunas costeras se presenta la vegetación hidrófita, cuando las condiciones de salinidad son dulces, sobresaliendo especies como el tule *(Typha dominguensis)* y el carrizo *(Phragmites communis)* entre otras, y diferentes especies de vegetación halófita cuando se presentan concentraciones salinas, formando en este último caso asociaciones de manglar y de marismas. Rzedowski (1986), clasifica la vegetación de la costa de Colima, en su parte norte, como selva tropical caducifolia y como bosque espinoso en la parte sur.

Considerando que los tipos de vegetación para Colima se describen en otras secciones de este libro, aquí nos concentramos en la descripción de los tipos de vegetación más cercanamente asociados a los ambientes costeros acuáticos y semiacuáticos.

## Vegetación acuática marina

Existen en esta región especies de algas (principalmente rodofitas) que se encuentran asociadas con comunidades de manglar en la costa del Pacífico Tropical Mexicano y que, de acuerdo con Cordeiro *et al.* (1992), son los siguientes: *Bostrychia binderi, B. calliptera, B. montagnei, B. radicans, B. tenella* y *Caloglossa leprieurii.* Algas comunes en las costas de Colima son: *Enteromorpha* sp., *Ulva* sp., *Caulerpa sertularioides, Halimeda discoidea, Hypnea pannosa, Grateloupia versicolor, Gymnogongrus johnstonii, Amphiroa* sp., *Jania* sp., *Hyldenbrandtia prototypus, Lithothamnium australe, L. fructiculosum, Lithophyllum imitans, Fosliella* sp., *Gracilaria sjoestedtii, Ceramium* sp. y *Polysiphonia* sp.

Asimismo, en la laguna de Cuyutlán se han registrado las siguientes especies de algas: *Ulva lactuca, Caulerpa sertularioides, Enteromorpha* sp., *Cladophora* sp., *Polysiphonia* sp., *Ceramium* sp., *Centroceras clavulatum, Gracilaria* sp. y *Anthitamniom* sp.

## Vegetación halófita

Se define como vegetación halófita aquella que normalmente se desarrolla en suelos salinos, como en los estuarios, lagunas costeras y costas lodosas; se incluyen marismas, manglares y vegetación de dunas y playas. Las marismas son uno de los componentes vegetales más importantes de los estuarios y lagunas costeras, debido a su aporte de materia orgánica (energía) al ecosistema. Una marisma es un ecosistema dinámico costero sujeto a inundaciones periódicas estacionales, ya sea directamente por agua de mar, o indirectamente por los cambios producidos en el nivel hídrico de estuarios, manglares o lagunas costeras, ambientes con los que se encuentran directamente relacionados. Se caracterizan, por lo tanto, por presentar fluctuaciones en los niveles de salinidad y de humedad, que originan cambios en las condiciones físicas y químicas de los suelos.

Estas características originarán que la vegetación que tipifica estos ambientes, vegetación halófila, se manifieste a través de la presencia de ciertas especies que sean capaces de resistir a tan drásticos cambios (flora manifiesta), o por la presencia de propágulos o estructuras de perennación que en espera de condiciones favorables para su germinación permanecerán en forma latente (flora potencial), generando un dinamismo en la vegetación a través de cambios cualitativos y cuantitativos en tiempo (estacionalidad) y en espacio (geográficos).

Esta materia constituye una base importante de la cadena alimenticia del sistema, la cual hace posible el sostenimiento de una gran variedad de especies de peces, invertebrados y aves acuáticas. Otra importancia ecológica de las marismas es que sirven como protección física y fuentes de sustrato para una gran variedad de especies acuáticas, incluyendo especies de interés comercial como peces y camarón. La estabilización del sustrato y la formación de suelos orgánicos, así como su reconocida capacidad de absorber nutrientes de la columna de agua, hace a las marismas importantes sistemas eliminadores de desechos contaminantes. Este tipo de vegetación está sujeta al cambio de mareas, así como a fluctuaciones de salinidad.

Aun cuando las marismas son encontradas en líneas de costa que son estables, ya sea sumergidas o elevadas, no obstante en costas sumergidas éstas se formarán si la sedimentación es más grande que el sustrato de subsidencia. Las marismas saladas representan el último estadío en el nivel de las planicies de los deltas marinos o el llenado de depresiones, embalses y otras irregularidades a lo largo de las costas. Son comunes en lagunas costeras, y en los sistemas estuarinos, y su presencia va a depender del transporte y acumulación de los sedimentos (Jiménez 1992).

Las marismas son planicies inundables cubiertas de vegetación, su morfología y los procesos que actúan sobre ellas son muy distintos.

En la laguna de Cuyutlán se observa vegetación halófita que se encuentra formando manchones, en los que la especie dominante es *Batis maritima*, que se encuentra colonizando los primeros estadíos de sucesión de una marisma, la cual llega a alcanzar alturas de hasta 50 cm. Esta especie se considera como pionera por crecer con éxito en sitios en los que han ocurrido eventos naturales (huracanes, azolvamientos, salinización) o antrópicos (apertura del dosel de manglar) que degradan el sistema natural.



**Figura 11.** Marisma con vegetación halófila dominada por la especie *Batis marítima*. Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

La vegetación halófita se encuentra presente en el vaso II de la laguna de Cuyutlán, en salinidades por encima de los 36 ppm y en donde se ha

alterado las zonas de manglar, principalmente en las islas donde la planicie intermareal empieza a cubrirse con esta vegetación; también es común en los vasos III y IV.

En algunos casos se pueden encontrar individuos enanos o jóvenes de *Laguncularia racemosa*, que es una especie amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010), que se encuentra creciendo en el interior de estas comunidades bajo un estrés fisiológico que repercute en su morfología. También se encuentra *Batis maritima* y otras halófitas cubriendo grandes extensiones o bien pequeños espacios a manera de manchones (figura 11).

Los suelos de marismas se caracterizan por contener una alta riqueza en cloruro de sodio, saturación permanente de agua, alta concentración de materia orgánica y bajo contenido en oxígeno. Estas características dependen de las condiciones químicas y biológicas dentro de las cuales estos suelos se han desarrollado. Independientemente del grupo de suelo al que pertenezcan poseen una característica en común, la presencia de horizontes "gley" que indican una saturación temporal o permanente de agua dentro del suelo, característica importante en la formación de una marisma, así como pH y conductividades eléctricas elevadas, que serán elementos indicadores del tipo de vegetación que se desarrollará (Jiménez 1992).

Las marismas se han formado en todos los vasos como resultado de las velocidades de sedimentación, típicamente altas, formándose un sustrato por lo general de una mezcla de arena, cieno y fango.

El sustrato contiene sales de mar e incluso cristales de cloruro de sodio, debido a la evaporación excesiva, formando planicies de sal en las zonas superiores de las marismas, vaso III y IV, razón por la cual sólo las plantas que puedan resistir estas concentraciones de sales podrán colonizar estos ambientes. Las altas concentraciones de sodio provocan una reducción de los espacios del suelo, disminuyendo los movimientos de aire y de agua a través del mismo, lo que origina anaerobiosis (falta de oxígeno) parcial (figura 12).



**Figura 12.** Actividad salinera en el vaso III de la laguna de Cuyutlán. Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

Los suelos de marismas se caracterizan por presentar altos porcentajes de arcillas con valores de hasta 58%, limos que varían hasta en 62% y arenas hasta en 96%, dominando las texturas arcillo-arenosas. Las conductividades eléctricas alcanzan valores hasta de 150 mmhos/cm; los pH llegan a 9.4; los porcentajes de materia orgánica van de 0.1 a 11.2; el sodio soluble de 0.8 a 100 meq/l y el porcentaje de saturación del sodio llega hasta 100%, caracterizando así a suelos salinos y sódicos.

Las características físicoquímicas del suelo van a ser los principales factores que influyan en el establecimiento de la vegetación; entre ellos podemos citar la conductividad eléctrica (C.E.)

como una medida de la concentración de sales en el suelo, la textura y la concentración de sodio soluble, como factores que van a influir sobre la presencia o ausencia de las especies halófilas, así como sobre su comportamiento.



**Figura 13.** Suelos salinos de marismas. Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

La presencia de plantas como *Salicornia bigelowii* es un buen indicador de la existencia de altas concentraciones de sodio en los suelos del vaso III y vaso IV; esta especie es una halófita obligada que se seca cuando las sales se disuelven al iniciarse la época de lluvias (figura 14).



**Figura 14.** Presencia de especies vegetales halófilas de *Salicornia bigelowii.* Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

Entre las especies de flora identificadas en las marismas de Colima se encuentran, entre otras: *Batis maritima, Bravaisia integerrima, Coccolaba fliribunda, Hippomane mancinella, Pithecellobium lanceolatum, Sesuvium portulacastrum, S. maritimum, Amaranthus spinosus, A. palmeri, Alternanthers gracillis, Pystia stratiotes, Heliotropium curassavicum, Conyza lyrata, Pluchea symphytifolia, Senecio fupalorum, Cuscuta salina, Avicennia germinans, Opuntia fuliginosa, Stenocereus standley, Salicornia bigelowii, Cynodon dactylon, Sporobulus indicus, Acacia farnesiana, Prosopis juliflora, Eichornia crassipes, Laguncularia racemosa, Conocarpus erecta, Portulaca oleracea, Bacopa monieri, Triantema portulacastrum, Typha domingensis, Phyla nodiflora, Mimosa pigra, Ipomoea sagittata, Momordica charantia, Cyperus elegans, Cenchrus echinatus* y *Chloris virgata* (Carranza y Espino 1990, Santana *et al.* 1992, Jiménez-Ramón 2006).

De la vegetación de las marismas, identificada en las costas de Jalisco y Colima, prevalece el desconocimiento de sus usos locales. Este tipo de vegetación se reconoce como importante desde el punto de vista ecológico. Algunas de las formas en las que los humanos utilizan especies propias de las marismas de Colima son las siguientes (Jiménez 1992):

- Como alimento humano: *Portulaca oleracea, Trianthema portulacastrum, Batis maritima, Bacopa monnieri, Sesuvium portulacastrum* y *Heliotropium curassavicus.*
- Usos medicinales: *Portulaca oleracea* en el tratamiento de diabetes. *Laguncularia racemosa* y *Prosopis juliflora* para la disentería. *Rhizophora mangle* (corteza) para el

mejoramiento de la circulación sanguínea *Ipomea pes-caprae* para tratar problemas renales.

- Como forraje para ganado: *Prosopis juliflora* y *Sporobulus indicus*.
- En la extracción de taninos (utilizado para curtir pieles): *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erecta*.
- Para la fabricación de tintas: *Acacia farnesiana* y *Rhizophora mangle*.

## Manglar

Se conoce con este nombre a la comunidad vegetal ampliamente distribuida en los litorales tropicales que es bastante tolerante a la salinidad y que habita en zonas de baja energía de depositación (Chapman 1976). Su importancia ecológica radica en que los manglares constituyen los principales productores primarios de los ecosistemas costeros lagunares (Heald 1969, Odum 1970). Los manglares crecen principalmente en las lagunas costeras y estuarios o en cuerpos de agua semicerrados, como las bahías pequeñas. De manera típica se establecen en lugares de suelos limosos finos y donde la acción del oleaje es mínima.

En México se cuenta con cuatro especies de manglar: *Languncularia racemosa, Avicennia germinans, Rhizophora mangle* y *Conocarpus erecta*. Todas estas especies se encuentran en ambos litorales, el Pacífico y el Atlántico, y a menudo se encuentran todas en un mismo lugar. *R. mangle* es la más común de las cuatro especies. En Manzanillo y Tecomán se concentra 90% de los manglares del estado, y en el periodo de 1990 a 2003 fueron eliminadas 145.40 ha de este ecosistema, disminuyendo de 494.02 a 348.62 ha totales (figura 15).

Todo parece indicar que la superficie de manglar se continuará perdiendo como producto de los procesos de azolve, así como por la reducción de la superficie de los cuerpos de agua, lo que se puede agravar si continúa el estrés que se



**Figura 15.** Manglar del Valle de las Garzas en Manzanillo. Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

está presentando de manera cíclica, actuando de manera más severa sobre las comunidades de manglar.

La deforestación no ha sido sistemática, sino que se ha perdido manglar en determinadas zonas y en otras ha habido ganancia. Sin embargo, el balance global de su cubierta total es negativo. La actividad salinera y la desecación de los últimos años han provocado también consecuencias en la vegetación: se han desarrollado grandes llanuras de inundación, o marismas, como resultado de las altas tasas de sedimentación y la poca hidrodinámica, originando ecosistemas tipo marismas. Es decir, se han ido sustituyendo las zonas de manglares y acrecentando las zonas de marismas; se han incrementado también los suelos salinos y sódicos que son utilizados para la explotación de la sal; los bordos artificiales han impedido el libre flujo hídrico, propiciando la acumulación de sal y modificando los esquemas tróficos (figura 16).

## Vegetación de dunas y playas

Este tipo de vegetación es característica de suelos salinos, principalmente arenosos, próximos a las playas. Entre las especies de flora predominantes encontramos a las siguientes: *Canavalia maritima, Diodia crassifolia, Ipomoea pes-caprae, Jouvea pilosa, Okenia hypogaea* y *Pectis arenaria*, entre las herbáceas: *Acacia cymbispina, Acanthocereus pentagonus, Caesalpinia cirsta, Jacquinia macrocarpa, Prosopis juliflora* y *Stegnosperma cubense*, entre las arbustivas.

La vegetación, en las dunas de la barra de arena que separa la laguna de Cuyutlán del mar, está compuesta de las siguientes especies representativas: *Canavalia maritima, Sporobolus virginicus, Ipomoea pes-caprae, Okenia hypogaea, Pectis arenaria, Eupatorium betonicifolium, Opizia stolonifera, Gomphrena decumbens, Neptunia plena* y *Sida ciliaris*.



**Figura 16.** Salinización de grandes áreas de marismas por carencia de una hidrodinámica adecuada en zonas de manglar, actuando como factores limitantes para la colonización. Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

## Flora acuática

Este tipo de vegetación está formada por comunidades de plantas acuáticas cuya fisonomía está determinada por especies monocotiledóneas de 1 a 3 m de alto, de hojas angostas o bien carentes de órganos foliares. Estas plantas viven en el agua dulce o salobre de los estuarios, formando densas colonias. En Colima las especies dominantes son *Typha dominguensis* (tule), *Scirpus* sp., *Phragmites communis* (carrizo), *Cyrperus* sp., *Eichhornia crassipes, Pistia stratiotes* y *Nympha ampla* (figuras 17 y 18).



**Figura 17.** Tule *(Typha dominguensis)* en primer plano, y mangle, en segundo plano. Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.



**Figura 18.** Ninfa (*Nympha ampla)* en el estero Palo Verde, en Armería. Foto: Gloria Alicia Jiménez Ramón.

## Flora sujeta a protección y conservación biológica

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana que determina las especies de flora silvestre, terrestres y acuáticas, en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial (SEMARNAT 2010), el cuadro 2 muestra algunos ejemplos de especies que se encuentran en alguna de dichas categorías y que se desarrollan en la zona costera del estado. A pesar de que los manglares entran dentro de la categoría de protección especial, son actualmente las especies más amenazadas en el puerto de Manzanillo, por la expansión de los futuros desarrollos portuarios.

## Actividades económicas de la zona costera

Las principales actividades económicas, en la zona costera del municipio de Manzanillo, corresponden a los sectores comercial, portuario, turístico y pesquero. La situación geográfica del puerto de Manzanillo lo hace uno de los puertos de mayor importancia en el Pacífico.

El desarrollo turístico es muy significativo en la zona, ya que se cuenta con una importante infraestructura a lo largo de las bahías de Manzanillo y de Santiago. El municipio de Manzanillo también forma parte de la región productora de palma de coco, limón, ciruela, plátano y sal. Además, cuenta con la planta termoeléctrica más importante del país, la cual abastece de energía eléctrica a varios estados del centro del territorio. También existe una peletizadora (Consorcio Minero Benito Juárez-Peña Colorada), que produce mineral ferroso para proveer de materia prima a varias empresas ubicadas en la república mexicana, tales como Altos Hornos de Monterrey, Las Truchas, Hylsa, Cicartsa, etcétera.

Como consecuencia de los desarrollos emprendidos en la zona costera de Colima, ésta presenta problemas diversos, tales como falta de servicios urbanos, escasez de vivienda,

**Cuadro 2.** Ejemplos de especies de flora silvestre incluidos en alguna categoría sobre su estado de conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010). El apéndice 2 incluye especies de fitoplancton identificadas en las costas. Fuente: elaboración propia.

| Especie | Tipo de vegetación | Categoría NOM-059 |
|---|---|---|
| *Bravaisia integerrima* | marisma | amenazada |
| *Astronium graveolens* | subcaducifolia | amenazada |
| *Tabebuia palmeri* | subcaducifolia | amenazada |
| *Bursera arborea* | subcaducifolia | amenazada* |
| *Conocarpus erecta* | marisma | protección especial |
| *Laguncularia racemosa* | manglar | protección especial |
| *Avicennia germinans* | manglar | protección especial |

*endémica

contaminación, destrucción de áreas ecológicas, especulación con los terrenos ejidales y federales, falta de reservas territoriales y reducción de acceso público hacia las playas, derivado de las grandes instalaciones turísticas que se construyen. El cuadro 3 muestra una síntesis de los problemas ambientales de la zona costera de Colima y sus principales causas.

## El uso del suelo en las costas

Los patrones de uso del suelo, a lo largo de la costa de Colima, evidencian falta de planeación adecuada y la ausencia de programas de desarrollo costero que den prioridad a las actividades compatibles con la preservación de las condiciones ecológicas de los ecosistemas costeros. Las formas de uso de los sistemas lagunares y estuarinos de Colima, y de sus inmediaciones, están representados básicamente por cuatro actividades generales: 1) pesca y acuacultura, 2) turismo y recreación, 3) desarrollo urbano e industrial y, 4) agricultura y ganadería. El cuadro 4 muestra una síntesis de los niveles estimados de uso que se da en cada uno de los sistemas costeros.

## Contaminación en las costas

El municipio de Manzanillo ha tenido un rápido desarrollo en los últimos años, como consecuencia se han originado aumentos de las diferentes fuentes de contaminación en la zona costera. Dentro del municipio de Manzanillo los problemas serios de contaminación están relacionados con las descargas de aguas residuales, tanto industriales como domésticas, así como la contaminación térmica causada por las descargas provenientes de la central termoeléctrica, la cual será subsanada por la construcción de la regasificadora, para sustituir el combustóleo por gas natural licuado.

El aporte de las descargas contaminantes aumenta en los meses de abril, junio, julio y diciembre, los meses de mayor incidencia turística. Las concentraciones más altas de coliformes totales y fecales se han reportado en el Puerto Interior, la laguna de Cuyutlán, el muelle de Pemex, el estero de Salahua, en la zona frente al complejo turístico Las Hadas y el área que se encuentra junto a la termoeléctrica (Meyer *et al.* 1985).

**Cuadro 3.** Problemas y asuntos a tomar en cuenta en un proceso de administración costera en el estado. Fuente: elaboración propia.

| Problema general | Problema específico | Causas del problema |
|---|---|---|
| Calidad ambiental | Contaminación del agua | Inadecuado tratamiento de desechos domésticos<br>Descargas de aceites por parte de fugas de barcos y ductos de PEMEX.<br>Deficiencias en el sistema de drenaje municipal. |
| | Contaminación atmosférica | Descargas de humos y polvos por parte de la termoeléctrica y Peña Colorada. |
| | Contaminación del suelo | Inadecuado manejo de la basura y rellenos sanitarios. |
| Explotación de recursos naturales | Destrucción de bosques | Conversión de bosques costeros como el mangle, en otros usos del suelo, tales como acuacultura o agricultura. |
| | Destrucción de hábitats | Pérdidas de áreas de desove, crianza y alimentación de especies acuáticas debido a la conversión de bosques de manglar. |
| | Sobrexplotación pesquera e inadecuada evaluación de los recursos naturales | Uso de métodos pesqueros que destruyen los hábitats.<br>Dragados o rellenos de lagunas para zonas turísticas y marinas.<br>Sobrexplotación de stocks disponibles, subestimación de los valores económicos y ambientales de los ecosistemas naturales, y los recursos que éstos sostienen. |
| Estructura legal institucional | Insuficiente monitoreo | Insuficiente desarrollo de actividades de monitoreo debido a la falta de personal capacitado. |
| | Inexistencia de un programa de administración costera | Ninguna legislación relacionada con la administración costera.<br>Ningún control o lineamientos para el desarrollo costero. |
| | Inadecuada integración administrativa | Inadecuada integración de los planes de desarrollo sectoriales e insuficiente coordinación de la inversión privada de los desarrollos. |

**Cuadro 4.** Matriz de usos y actividades económicas, dentro y en las áreas adyacentes, de los sistemas lagunares y estuarinos del litoral del estado, donde los niveles alto, mediano y bajo se refieren a los niveles estimados de actividad y uso. Fuente: elaboración propia.

| Sistemas lagunares y estuarinos | Usos y actividades económicas | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Pesca y acuacultura | Turístico y recreativas | Urbano e industrial | Agrícola y ganadero |
| Cuyutlán | alto | bajo | alto | alto |
| Valle de las Garzas | bajo | alto | alto | bajo |
| Tapeixtles | bajo | alto | alto | bajo |
| Centinela | bajo | bajo | bajo | alto |
| Juluapan | bajo | alto | alto | bajo |
| Boca de Apiza | mediano | bajo | bajo | alto |
| Chupadero | alto | bajo | bajo | alto |
| San Rafael | bajo | bajo | bajo | alto |
| El Real | bajo | alto | bajo | alto |
| La Murcielaguera | bajo | bajo | bajo | bajo |

Con la puesta en marcha de la industria pesquera, Pescado de Colima, dentro del parque industrial, se prevé un aumento en la contaminación industrial (al menos la experiencia de casos similares así lo indica). Existen emisiones volátiles contaminantes como humos, polvos generados por la planta peletizadora del consorcio minero Peña Colorada y las plantas termoeléctricas, siendo estos fenómenos visibles durante casi todo el día.

De las acciones más recientes llevadas a cabo por parte de la administración pública, para reducir la contaminación en el municipio de Manzanillo, sobresale, por parte del Fondo de Inversión Financiero para el Agua Potable y Alcantarillado (FIFAPA), la construcción de una planta de tratamiento de aguas negras, la cual, sin embargo, sólo tendrá capacidad para manejar las aguas residuales domésticas y no las industriales. El cuadro 5 muestra la magnitud cualitativa, estimada, de cada uno de los problemas de contaminación y deterioro ecológico que presentan estos sistemas lagunares y estuarinos en el estado de Colima.

La zona costera del estado representa uno de los recursos naturales más importantes para su desarrollo económico; sin embargo, el reto consiste en hacer el uso más adecuado de acuerdo con el conocimiento que se dispone sobre la dinámica de sus procesos físicos, geológicos y biológicos, y aplicando el concepto de administración costera que se adapta a los requerimientos sociales, económicos y ecológicos de la región.

**Cuadro 5.** Matriz de impactos ambientales relativos, en los sistemas lagunares y estuarinos del litoral del estado; donde, alto = grandes impactos / concentraciones de contaminantes, medio = medianos impactos / concentraciones de contaminantes, bajo = bajos impactos / concentraciones de contaminantes y, (•) = impactos no perceptibles / no detectados. Fuente: elaboración propia.

| Sistemas lagunares | Desechos o impacto ambiental | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | conflictos | aguas negras | químicos | eutrofización | azolve | aceite y grasa | corte mangle | rellenos | basura |
| Cuyutlán | alto | alto | bajo | bajo | alto | alto | alto | alto | alto |
| Valle de las Garzas | medio | alto | bajo | * | alto | * | alto | alto | alto |
| Tapeixtles | alto | alto | • | medio | alto | medio | alto | alto | alto |
| Centinela | • | • | medio | • | • | • | bajo | • | • |
| Juluapan | alto | medio | • | • | alto | • | alto | alto | bajo |
| Boca de Apiza | • | bajo | bajo | • | • | • | • | • | • |
| Chupadero | • | • | bajo | • | • | • | • | • | • |
| San Rafael | • | • | bajo | • | • | • | med | alto | • |
| El Real | alto | alto | med | bajo | bajo | bajo | bajo | • | bajo |
| La Murcielaguera | • | • | • | bajo | alto | • | • | bajo | • |

## Referencias


Carranza, M.G. y M.T. Espino. 1990. *Alternativas de manejo de las zonas de marismas de la costa de Colima, México*. Tesis de licenciatura en biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

Chapman, V.J. 1976. *Mangrove vegetation*. Edit. J. Cramer. Vaduz, Germany.

Chávez, J.C. y J. Ortiz. 1987. Áreas de importancia ecológica de la zona costera del estado de Colima: estado actual. *Acta Mexicana de Ciencia y Tecnología IPN* 4:7-15.

Christensen, B. 1978. Primary production of mangrove forest. En: *Proceedings international workshop on mangrove and estuaries area development for the indopacific region*, pp. 131-136.

Cordeiro, M., M.R. Braga, V.R. Eston, *et al.* 1992. Mangrove macroalgal communities of Latin America: the state of art and perpectives. En: *Coastal plant communities of Latin America. U. Seeliger*. Academic Press, San Diego, pp. 51-64.

Heald, E.J. 1969. *The production of organic detritus in a South Florida Estuary*. Tesis de doctorado. Universidad de Miami, Florida.

Holligan, P.M. y H. De Bois. 1993. *Land-ocean interactions in the coastal zone (LOICZ) Science plan*. International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) Secretariat, Estocolmo.

Jiménez, A. 1992. La utilización de los recursos naturales de las zonas humedales aledañas a selvas bajas caducifolia de las costas de Jalisco y Colima, México. En: *III Reunión Nacional de Investigaciones Etnobotánicas en las Selvas Bajas Caducifolias*. Colima, México.

Maltby, E. 1991. Wetland management goals: wise use and conservation. *Landscape and Uurban Planning* 20:9-18.

Meyer, A.O., S. Ortiz, L. Sánchez, *et al.* 1985. Estudio de preservación y control de la calidad de las aguas de la bahía de Manzanillo, Colima. Reporte Técnico del Instituto Oceanográfico de Manzanillo.

Odum, W.E. 1970. *Pathways of energy flow in a South Florida estuary*. Tesis de doctorado. Universidad de Miami, Florida.

——— . 1972. *Ecología*. Editorial Interamericana. México, D.F.

Ruiz, D. 1985. *Recursos pesqueros de las costas de México*. 2a. ed. Limusa. México, D.F.

Rzedowski, J. 1986. *La vegetación de México*. Limusa. México, D.F.

Santana, F., S. Lemus y M. Vergara. 1992. Guía de excursión etnobotánica en el estado de Colima, México. En: *III Reunión Nacional de Investigaciones Etnobotánicas en Selva Baja Caducifolia de México*. Colima, México.

SPP. Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Síntesis geográfica de Colima. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

Toledo, A., A.V. Botello, M. Herzig, *et al.* 1984. Los pantanos de México. *Ciencia y Desarrollo* 15:63-83.

Yáñez, A. 1978. *Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en las lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México*. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, México.

# S4

## DIVERSIDAD DE ESPECIES

Isla Socorro. Foto: Grupo de Ecología y Conservación de Islas A. C./Banco de imágenes CONABIO.



S4

# Hongos y plantas

Isla Socorro. Foto: Grupo de Ecología y Conservación de Islas A. C./Banco de imágenes CONABIO.



# Resumen ejecutivo

Oscar Báez-Montes

Esta sección informa sobre el estado actual de la diversidad de hongos y plantas en Colima; sin embargo, el número de especies no refleja la diversidad potencial que equivale a más de 2 700 especies. Se han registrado 77 especies de hongos, pero aún es escasa la información de sus ambientes. Las Pteridofitas y las 17 familias de plantas vasculares acumulan 2 236 especies. La mayor riqueza se incluye en Leguminosae, Asteraceae y Poaceae. Las Pteridofitas incluyen plantas antiguas como los helechos que no presentan flores y poseen tejido vascular desarrollado; se citan 36 géneros y 109 especies.

La familia Acanthaceae incluye 41 especies nativas. Se conoce una especie endémica para Colima y dos del género *Justicia* en proceso de descripción; otras seis especies son endémicas regionales. Fabaceae o Leguminosae es una de las familias con mayor riqueza mundial y con más especies en Colima, donde se han registrado 291 especies (17% del total nacional). Las leguminosas favorecen la fertilidad del suelo por las asociaciones que realizan con bacterias. *Dalbergia congestiflora, D. granadillo, Platymiscium lasiocarpum* se cuentan en peligro de extinción y *Erythrina coralloides* es amenazada.

Las plantas con flores compuestas (Asteraceae) son la segunda familia con mayor riqueza de especies y la primera en número de géneros. Se registran 271 especies que presentan diversos grados de endemismos, dos restringidas a Colima, seis exclusivas del archipiélago Revillagigedo y seis se

Báez-Montes, O. 2016. Resumen ejecutivo de Diversidad de especies. Hongos y plantas. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 175-176.

comparten con los estados vecinos. *Zinnia violacea* está catalogada como amenazada.

Los zacates o pastos (Gramineae o Poaceae) son considerados de importancia económica por representar la principal fuente de alimento para humanos y otros animales. Se registran 78 géneros y 251 especies; 85% son nativas y el resto introducidas o cultivadas; 35 endémicas a México, una especie lo es a Colima y cuatro son exclusivas de islas Revillagigedo. Habitan casi todos los ecosistemas, pero son más diversas en el bosque de encino y el tropical caducifolio. Tres especies están en riesgo; *Zea perennis* en peligro de extinción.

El orden Sapindales agrupa las familias Sapindaceae, Anacardiaceae, Meliaceae, Rutaceae, Simaroubaceae y Zygophyllaceae; alberga 46 especies. Los endemismos presentes incluyen seis de los estados del occidente de México y uno de Colima, Michoacán y Jalisco. Dos especies están en riesgo de extinción: *Astronium graveolens* y *Guaiacum coulteri*.

Los copales y cuajilotes (Burseraceae) son árboles y arbustos del bosque tropical caducifolio. Se tienen 23 especies (13 cuajilotes y 10 copales), que representan 23% de la diversidad nacional. *Bursera macvaughiana* está restringida a Colima y Jalisco.

La familia Cactaceae es oriunda de América; en Colima hay 36 especies; su riqueza contribuye con 5% a la diversidad nacional; seis especies se encuentran en alguna categoría de riesgo.

Los encinos o robles (Fagaceae), son elementos dominantes de diversos ecosistemas, especialmente los templados. En el noroeste del estado se han estudiado las comunidades de encinos, en Cerro Grande, en la sierra de Manantlán. De las 37 especies registradas en la entidad, 24% corresponde a encinos (nueve especies).

Euphorbiaceae es una familia de plantas con flores, la más grande a nivel mundial y la quinta con más especies en la entidad (98 especies). Más del 50% son endémicas de México, ocho endémicas regionales (Jalisco y Colima) y *Croton masonii* y *Euphorbia anthonyi* restringidas a isla Socorro.

En la familia Rubiaceae se cuenta el café (*Coffea arabica*), especie introducida a México. Hay 60 especies (61 nativas). *Arachnotryx manantlanensis* tiene distribución restringida y está en riesgo.

Orchidaceae ocupa el tercer lugar a nivel nacional. Se registraron 103 especies de 48 géneros. Tres endémicas y dos (*Acianthera unguicallosa* y *Epidendrum aff. nitens*) restringidas a isla Socorro. Once especies están incluidas en alguna categoría de riesgo.

Finalmente se presenta un estudio de caso para la Reserva El Jabalí, se registraron 982 especies de plantas vasculares de las cuales Asteraceae, Fabaceae y Poaceae son las más ricas en especies.

El conocimiento sobre la flora se encuentra en formación y requiere de impulso para documentar el territorio de Colima. Se cuenta con escasa información sobre las poblaciones en riesgo, sobre todo aquellas de distribución restringida. Los bosques tropicales caducifolios son importantes, pero la riqueza en el estado se complementa con la variedad de ecosistemas que se incluyen en un gradiente amplio. La pérdida del hábitat es una de las principales amenazas, así como la perturbación por actividades pecuarias y agrícolas.

# Hongos
## (Fungi)

Armando López-Ramírez
Rosario Medel Ortiz

## Introducción

Colima es uno de los estados más pequeños de la República Mexicana, cuenta con casi 5 500 $km^2$ y diversos tipos de vegetación. La diversidad documentada de hongos alcanza apenas 2.8% de lo que se calcula puede existir en la entidad. A la fecha 77 especies se han citado bibliográficamente en diversos trabajos, siendo las especies lignícolas las más abundantes; sin embargo, esta cifra no refleja la diversidad potencial de especies de hongos que existen en el estado.

## Descripción

Lo que normalmente reconocemos como hongo es en realidad sólo el cuerpo fructífero del mismo, el cual se desarrolla en forma de filamentos o hilos, llamadas hifas, dentro del sustrato donde está creciendo, que puede ser madera (entonces se les llama lignícolas), tierra (terrícolas), humus (humícolas).

Los hongos pueden ser unicelulares, es decir, que están formados por una sola célula, como la levadura de cerveza, o pueden ser filamentosos, en cuyo caso están constituidos por filamentos en grandes conjuntos. Dependiendo de su tamaño se reconocen dos tipos: microscópicos, también llamados mohos, y macroscópicos, conocidos como setas u hongos. Se han registrado para la ciencia más de 97 000 especies de hongos, de las cuales la mayoría (90%) son mohos y el resto son hongos macroscópicos.

López-Ramírez, A. y R. Medel. 2016. Hongos (Fungi). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 177-181.

Los hongos se alimentan de organismos vivos o muertos y toman directamente la materia orgánica de los tejidos. Como no poseen clorofila (pigmento verde de las plantas) no realizan la fotosíntesis, el proceso por el cual las plantas elaboran sus alimentos con independencia. Al no poder elaborar sus alimentos tienen que tomar lo que produce otro ser vivo, incluso otro hongo. Si se alimentan de materia orgánica muerta se llaman saprobios (como el champiñón); si es de materia orgánica viva se conocen como hongos parásitos (como la roya del café, *Hemileia vastatrix*). Algunos hongos interactúan con otros seres vivos formando simbiosis (asociación de dos especies diferentes, donde ambas se benefician), tales como los líquenes y las micorrizas (asociaciones de hongo-alga y planta-hongo, respectivamente).

Todos los hongos realizan un papel importante en la naturaleza, pero mayor énfasis se ha dado a aquellos que se asocian con las raíces de plantas, los hongos micorrícicos, ya que esta asociación permite a las plantas aumentar la superficie de absorción de agua y nutrientes de la raíz.

La diversidad de los hongos en general es de más de 97 000 especies, sin embargo, si se considera que la relación en la Tierra de número de especies hongo-planta es de 5:1, se puede pensar de manera conservadora que pudieran existir aproximadamente 1.5 millones de especies de hongos (Hawksworth 1991).

## Diversidad

La primera cita publicada respecto a los hongos, en el estado, fue a inicios del siglo XIX y se refirió a *Stereum papyrinum*, un hongo que crece sobre madera (Burt 1920). A la fecha no existe una publicación que trate de manera exclusiva e integral el tema de los hongos del estado, aunque se han hecho varias contribuciones valiosas: García Romero *et al.* (1970), Guzmán y Herrera (1971, 1973), Herrera y Guzmán (1972), Guzmán (1975), Medel *et al.* (1989) y Bandala *et al.* (1993), por mencionar algunos.

De la revisión bibliográfica efectuada, en total se encontraron 22 citas referentes a hongos de esta entidad. El apéndice 1 enlista las 77 especies de hongos citados en estos trabajos, organizadas alfabéticamente en 15 órdenes, 26 familias, y 53 géneros. Los Polyporales, hongos lignícolas destructores de la madera son el orden más diverso, con cuatro familias, 16 géneros y 24 especies. Siguen en abundancia los Basidiomicetes, con cinco órdenes y 12 familias, y después los Ascomicetes con seis órdenes y 10 familias. Los líquenes están representados con un orden y una familia, al igual que los mixomicetes; aunque actualmente no son considerados como hongos fueron incluidos en este listado debido a que son de modo tradicional estudiados por los micólogos. De acuerdo con el sustrato que permite el desarrollo de las especies, se identificaron 48 especies lignícolas, 13 marinas, 11 especies que crecían sobre hojas y cinco fueron terrícolas.

Es muy escasa la información disponible acerca de los ambientes donde habitan los hongos de Colima, solamente se identificaron 13 especies que crecen en un hábitat marino, 10 especies en vegetación tropical y una especie en vegetación templada (bosque mesófilo de montaña). Cabe señalar que los hongos logran vivir prácticamente en todos los ambientes, por lo que su dis-

tribución no está limitada a los tres hábitats que aquí se mencionan.

## Distribución

Los hongos habitan desde los polos hasta el Ecuador, en las altas montañas, en los ríos y mares, en los bosques y aún en los desiertos. Los encontramos sobre y bajo el suelo, dentro y fuera de las plantas y animales, hasta en los humanos. Prácticamente logran vivir en todo aquello que puede proporcionarles espacio y alimento orgánico, por muy escaso que sea.

Colima presenta diversos tipos de vegetación distribuidos en los diferentes ambientes de la entidad (INEGI 2010), y los hongos están muy relacionados con ellos. Por ejemplo, en la subprovincia de los volcanes de Colima se pueden encontrar bosques de encino, selva baja caducifolia y matorral subtropical, mientras que en la subprovincia de las sierras de la costa de Jalisco y Colima predominan la selva baja caducifolia, los bosques de encino y de pino, la selva baja espinosa, además del manglar, el palmar y la vegetación halófita y de dunas costeras.

De todos esos tipos de vegetación la selva baja caducifolia, los bosques de encino y de pino, y el matorral subtropical, potencialmente pueden contener una gran cantidad de especies de hongos, y sobre todo en los bosques de pino y encino se pueden encontrar especies de hongos comestibles.

De acuerdo con lo anterior es evidente que hacen falta más exploraciones micológicas para recabar información sobre la diversidad y distribución de los hongos en el estado.

## Importancia

La importancia de estos organismos es significativa. La levadura es un tipo de hongo microscópico utilizado en la fabricación de pan y cerveza, así como vino, pulque, tepache y prácticamente todas las bebidas fermentadas; por su parte, los antibióticos, que constituyen el arma más eficaz contra las infecciones, en su mayoría son extraídos de hongos que crecen en las naranjas (mohos verde-azules).

Por otro lado, el papel ecológico que los hongos juegan en la naturaleza es muy importante, ya que son los degradadores por excelencia de grandes cantidades de materia orgánica y forman asociaciones simbióticas con los árboles de pino y plantas cultivadas, las cuales aceleran su crecimiento y favorecen la resistencia ante posibles patógenos, aunque también pueden ser parásitos de cultivos o de árboles de interés forestal. Además, los hongos forman parte de los productos forestales no maderables que son explotados para venta y autoconsumo en diferentes regiones del país.

El nombre popular o vernáculo de los hongos varía según el lugar en el que crecen y los nombres que les dan los diferentes grupos étnicos que habitan las localidades donde existen tales organismos. Estudios etnomicológicos han mostrado que un mismo hongo tiene distintos nombres para diferentes grupos humanos y en lugares diferentes. Por ejemplo, al hongo *Amanita caesarea*, muy apreciado por su sabor, en la parte centro y sur de México, según la región se le conoce con los siguientes nombres populares: tecomate, amarillo, ahuevado o yemita.

## Estado de conservación y amenazas

En relación con la conservación de especies de hongos citada para Colima, ninguna especie se encuentra bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe anotar que el número de especies citadas en este documento no refleja la diversidad que puede existir en Colima.

Tomando en cuenta la relación hongo-planta de 5:1 (Hawksworth 1991) y con base en el estudio florístico de Colima, realizado por Padilla-Velarde *et al.* (2006), en el que se registraron alrededor de 550 especies arbóreas de la entidad, un ejercicio de extrapolación arrojaría una diversidad potencial de hongos en Colima equivalente a más de 2 700 especies que corresponderían apenas a 2.8% de la riqueza potencial estimada para el estado (77 especies han sido citadas en este documento). Por esta razón, la diversidad hasta ahora registrada en Colima, aunque demuestra el esfuerzo de varios investigadores, no refleja de manera significativa la riqueza e importancia de las especies de hongos en la entidad.

Por lo anterior, es urgente continuar y mejorar los inventarios de hongos, sobre todo porque la tasa de deforestación en el estado es elevada: entre 1981 y 1992 Colima perdió 25% de su superficie boscosa (Padilla-Velarde *et al.* 2006).

Como prioridad se deben concentrar los esfuerzos de identificación de especies en los fragmentos de bosque que son más susceptibles a desaparecer, o en aquellos ambientes que tengan distribución fragmentada, como la selva mediana caducifolia y el bosque mesófilo de montaña. Si se pierde la vegetación con ella se pierde también la diversidad de los hongos y otros organismos que ahí habitan.

## Referencias


Bandala, V.M., G. Guzmán y L. Montoya. 1993. The polypores known from Mexico. *Reporte Científico*. Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) 13:1-55.

Burt, E.A. 1920. The Thelephoraceae of North America XII Stereum. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 7:81-249.

García Romero, L., G. Guzmán y T. Herrera. 1970. Especies de macromicetos citadas de México. I. Ascomycetes, Tremellales y Aphyllophorales. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 4:54-76.

Guzmán, G. 1975. Hongos mexicanos (macromicetos) en los herbarios extranjeros III. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 9:85-102.

Guzmán, G. y T. Herrera. 1971. Especies de macromicetos citadas de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 5:57-77.

———. 1973. Especies de macromicetos citadas de México IV. Gasteromicetos. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 7:105-119.

Hawksworth, D.L. 1991. The fungal dimension of the biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research* 95:641-655.

Herrera, T. y G. Guzmán. 1972. Especies de macromicetos citadas de México III. Agaricales. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 6:61-92.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Agricultura y vegetación de Colima. En: <*http://siic.ucol.mx/Archivos_prov%5C4._Mapa_Agricultura_y_Vegetaci%C3%B3n.pdf*>, última consulta: 30 de junio de 2015.

Medel, R., S. Chacón y G. Guzmán. 1989. Especies conocidas y nuevos registros de Hypoxylon (Sphaeriales, Xylariaceae) en México. *Revista Mexicana de Micología* 5:149-168.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas, G. Ibarra, *et al.* 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:271-295.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

# Helechos, colas de caballo y licopodios (Pteridophyta)

María de la Luz Arreguín-Sánchez
Rafael Fernández-Nava
David Leonor Quiroz-García

## Introducción

Las pteridofitas son un grupo de vegetales que incluye a los helechos y a un grupo afín a éstos, como los equisetos o colas de caballo, las selaginelas, los licopodios y otros más. Este grupo se caracteriza por no presentar flores, aunque poseen tejido vascular, a veces muy desarrollado, por lo que se han considerado criptógamas superiores, a diferencia de otras criptógamas como los musgos y algas que carecen de ese tejido.

## Descripción

En general, las pteridofitas son plantas terrestres y pueden vivir sobre árboles (epífitas) o sobre rocas (epipétricas), aunque algunas pueden ser acuáticas (agua dulce); todas son plantas cormófitas, es decir, presentan verdaderos órganos, a excepción de *Psilotum* que no presenta raíces sino rizoides y las hojas son expansiones laminares sin vascularización. Las hojas pueden ser de dos tipos: micrófilas, con una sola nervadura como las de *Selaginella*, *Isoetes, Equisetum*, *Lycopodium;* o bien hojas megáfilas, con varias nervaduras como las que presentan la mayoría de las pteridofitas.

Estas plantas presentan tres ciclos de vida, con predominancia del esporofito (generación que produce esporas) sobre el gametofito (generación que produce células reproductoras o gametos) y son un grupo de plantas en donde el gametofito es totalmente independiente del esporofito, requiriendo siempre de agua externa para su reproducción. El ciclo más común


Arreguín-Sánchez, M. de la L., R. Fernández-Nava y D. L. Quiroz-García. 2016. Helechos, colas de caballo y licopodios (Pteridophyta). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 182-186.

es el isospórico (esporas iguales), le sigue el ciclo de vida heterospórico (esporas diferentes) y el tercer tipo de ciclo es el llamado tipo equisetum, que se considera un ciclo intermedio entre el isospórico y el heterospórico.

## Distribución

Las pteridofitas son plantas que se encuentran en todos los tipos de vegetación, aunque se presenta mayor diversidad en los bosques mesófilos de montaña. Estas plantas son componentes de diferentes tipos de vegetación, por lo que su estado de conservación siempre está ligado a la protección y explotación de los mismos.

## Diversidad

Se considera que a nivel mundial existen alrededor de 10 mil especies, de las cuales 1 009 prosperan en México. Hasta el momento se han realizado diferentes estudios estatales y regionales sobre las pteridofitas de la República Mexicana, siendo el libro *Las pteridofitas de México,* de Mickel y Smith (2004), la obra más reciente y donde se reconocen 124 géneros y 1 009 taxones, de los cuales para Colima son citados 36 géneros y 97 especies. En comparación, *La flora de Nueva Galicia* (apéndice 1 y 2) (McVaugh 1983), que constituye el primer tratado de pteridofitas del oeste del país, registra un total de 281 especies, de las cuales 52 corresponden al estado. Trabajos anteriores, tales como los de Martens y Galeotti (1842), Liebmann (1849) y Fournier (1872), habían prácticamente ignorado a esta región. Conzatti (1939) citó para *La flora de Nueva Galicia* alrededor de 40 especies, aunque los ejemplares de herbario de esta zona, y en general las recolectas de Conzatti, no han estado disponibles para los botánicos. Las recolectas más importantes de la región han corrido a cargo del doctor Roger McVaugh, quien desde 1949 ha estado recolectando ejemplares en la zona de Nueva Galicia, los cuales se pueden consultar tanto en herbarios nacionales como del extranjero.

El apéndice 1 muestra una lista actualizada sobre los géneros y especies que crecen en la región, en él se hace la comparación de los taxones citados para *La flora de Nueva Galicia* (Mickel 1992) y los de *Las pteridofitas de México* (Mickel y Smith 2004). El criterio de familia que se utilizó fue el de Crabbe *et al.* (1975) citado en Mickel y Smith (2004).

Como se podrá apreciar en el apéndice 1, en *La flora de Nueva Galicia* se citan para Colima 25 géneros y 52 especies, mientras que en *Las pteridofitas de México* se reconocen 36 géneros y 97 especies, lo que representa un aumento de 30% respecto a los géneros y casi el doble de especies.

En *La flora de Nueva Galicia* no son consideradas las entidades taxonómicas de *Dryopteris*, *Nephrolepis*, *Polystichum*, *Botrychium*, *Ophioglossum*, *Psilotum*, *Notholaena*, *Pellaea*, *Pityrogramma*, *Pteris* y *Vittaria*. Este incremento del doble de especies en 12 años –desde 1992, cuando se publicó *La flora de Nueva Galicia*, hasta 2004 cuando apareció *Las pteridofitas de México*–, refleja no solamente el incremento de las recolectas en el estado, sino también el aumento del número de herbarios, tanto nacionales como extranjeros, que se revisaron en esta última publicación.

Algunos nombres científicos citados en *La flora de Nueva Galicia* no se encuentran en *Las pteridofitas de México*, debido a que han caído en sinonimias, como: *Adiantum princeps* = *A. amplum*; *Asplenium myapteron* = *A. blepharophorum*; *Phlebodium areneosum* = *P. areolatum* y *Polypodium fuscopetiolatum* = *P. colpodes*. También existen especies citadas en *La flora de Nueva Galicia*, pero no en *Las pteridofitas de México*, tales como *Blechnum glandulosum* y *B. occidentale* = *B. appendiculatum*.

Por último, hay un grupo de especies que se citan en *La flora de Nueva Galicia* y que en *Las pteridofitas de México* se incluyen, pero ya no se menciona su presencia para Colima, tal es el caso de: *Campyloneurum angustifolium*, *Polypodium plesiosorum*, *Selaginella sertata* y *S. silvestre*; es posible que estas plantas se determinaran erróneamente.

Basado en investigaciones documentales, el cuadro 1 muestra una comparación porcentual sobre la riqueza de pteridofitas a nivel regional/estatal. De estos datos se desprende que Colima es la entidad que hasta el momento presenta menor riqueza pteridoflorística (9.6%), seguida por Nuevo León (9.8%), los estados que comprenden el Valle de México (Estado de México y Distrito Federal) (11.2%), Chihuahua (12.5%), Morelos (15.6%) y Querétaro (18.9%), pero también hay que considerar que es de las entidades territoriales más pequeñas; aunque el estado de Morelos tiene menor superficie que Colima y presenta un porcentaje mayor de especies.

Después de haber realizado la comparación de los estados y analizar la situación actual de los estudios pteridoflorísticos del estado, se considera que se debe realizar un esfuerzo y seguir implementando exploraciones de campo, debido

**Cuadro 1.** Comparación porcentual de géneros y especies, según los estudios regionales pteridoflorísticos en México. Fuente: elaboración propia.

| Estado | Superficie ($km^2$) | Especies | % de especies |
|---|---|---|---|
| Chihuahua | 244 398 | 126 | 12.5 |
| Nuevo León | 65 100 | 99 | 9.8 |
| Nueva Galicia | 125 000 | 281 | 27.8 |
| Colima | 5 222 | 109 | 10.78 |
| Querétaro | 11 699 | 191 | 18.9 |
| Estado de México | 15 800 | 248 | 24.6 |
| Valle de México | 7 500 | 113 | 11.2 |
| Morelos | 4 900 | 158 | 15.6 |
| Veracruz | 71 699 | 572 | 56.7 |
| Oaxaca | 93 136 | 640 | 63.4 |
| Guerrero | 64 281 | 373 | 37 |
| Chiapas | 74 211 | 609 | 60.3 |

a que es evidente que podrían encontrarse mayor número de especies en la entidad. Por ejemplo, no se menciona a *Pteridium*, género común en los bosques de pinos; también llama la atención la ausencia del género *Cystopteris*, común en los bosques mesófilos, bosques de pino, pino-encino y encinares; situación similar aplica para las ausencias de *Lycopodium* y *Lycopodiella*, *Pteris cretica* y de los helechos acuáticos, entre otros.

## Importancia y usos

En lo que respecta a su importancia económica, en general las especies son utilizadas como ornato, pero por desgracia son tomadas directamente del campo para ser comercializadas, o bien las personas se las llevan del campo a su casa. Varias pteridofitas que son utilizadas como medicinales se recolectan directamente en el campo, tale es el caso de *Adiantum concinnum*, *Equisetum myriochaetum* y *Selaginella lepidophylla*. La primera se ocupa como expectorante y las dos últimas para problemas renales. Además, las frondas de *Adiantum concinnum* se utilizan como artesanales y el follaje se usa para crear arreglos florales.

## Amenazas y acciones de conservación

Se considera que el principal riesgo para este grupo de organismos es la destrucción de sus hábitats naturales, lo que de manera implícita lleva a la desaparición de especies. Esto es particularmente alarmante si consideramos, por ejemplo, los resultados obtenidos a partir de un ejercicio realizado en *La pteridoflora del Valle de México*: de las 113 especies citadas la mitad están extintas o en peligro de extinción. Sin embargo, con base en la información bibliográfica disponible, en Colima no existen especies de pteridofitas endémicas. *Anemia colimensis* fue considerada como endémica, sin embargo, esta especie se encontró recientemente también en los estados de Guerrero y Oaxaca.

Dadas estas experiencias se ha implementado, dentro de la cuenca de México, un programa de estudios sobre la biología de pteridofitas, a partir del cual es posible desarrollar las técnicas de cultivo y manejo de estas plantas, con el objetivo general de no solamente conservar, sino además de tener la posibilidad de efectuar la comercialización a través de plantas cultivadas. Con acciones como éstas se evitaría tomar el recurso directamente del campo.

## Referencias


Arreguín-Sánchez, M.L., R. Fernández-Nava y D.L. Quiroz-García. 2004. *La Pteridoflora del Valle de México*. Instituto Politécnico Nacional (IPN)/Secretaría de Educación Pública (SEP), México.

Conzatti, C. 1939. *Flora taxonómica mexicana: recopilación de todos sus representantes vasculares herbaceos y leñosos*. Vol. 1, partes 1-2. Editorial La Esfera. México.

Crabbe, J.A., A.C. Jermy y J.T. Mickel. 1975. A new generic sequence for the pteridophyte herbarium. *Fern Gaz* 11:141-162.

Fournier, E. 1872. Sur les Hyménophyllées recueillies dans l'Amérique centrale par MM. Ch. Wright, Fendler et Th. Husnot. Société Botanique de France, *Bulletin de la Societé Botanique de France, Compte rendus des séances* 19:239-241.

Liebmann, F.M. 1849. Mexikos Bregner. Danske Vidensk. Selskr. *Forhandl* 1:151-332.

Martens, M. y H. Galeotti. 1842. *Mémoire Sur Les Fougères Du Mexique: Et Considerations Sur la Géographie Botanique de Cette Contrée*. Hayez.

Mcvaugh, R. 1983. Gramineae. En: *Flora Novo-Galiciana*. Vol. 14. University of Michigan Press. Ann Arbor.

———. 1992. Gymnospems to Pteridophytes. En: *Flora Novo-Galiciana*. University of Michigan Press. Ann Arbor.

Mickel, J.T. 1992. Pteridophytes. En: *Flora Novo-Galiciana*. R.E. Mcvaugh, pp. 120-431.

Mickel, J.T. y A.R. Smith. 2004. The pteridophytes of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 88:1-1054.

# Gramíneas (Gramineae)

Francisco J. Santana-Michel
Ramón Cuevas-Guzmán
Nora Minerva Núñez-López

## Introducción

La familia Gramineae (o Poaceae) incluye lo que en México se conoce como zacates o pastos. Se trata de la cuarta familia más diversa de las plantas con flores (sólo después de Compositae, Orchidaceae y Leguminosae); se tienen estimaciones entre 650 y 670 géneros y de 9 700 a 10 000 especies en todo el mundo (Heywood *et al.* 2007, Soltis *et al.* 2005). Se dice que posee una distribución cosmopolita, ya que se les encuentra desde los círculos polares hasta el Ecuador y son el principal componente de al menos 25% de la cubierta vegetal de la Tierra (Heywood *et al.* 2007).

Las gramíneas se consideran la familia de mayor importancia económica en el mundo, debido a que constituye la principal fuente de alimento para los humanos y otros animales. Se estima que cerca de 70% de las tierras cultivadas del planeta presentan una gramínea, y más de 50% de las calorías que consumen los humanos tienen como fuente un cereal (Judd *et al.* 2002). Algunas de estas especies han sido cultivadas por más de 10 mil años e hicieron posible la existencia de grandes civilizaciones en la antigüedad, como el trigo *(Triticum aestivum)*, la cebada *(Hordeum vulgare)* y la avena *(Avena sativa)* en el cercano Oriente; el sorgo *(Sorghum bicolor)* y el mijo *(Pennisetum americanum)* en África; el arroz *(Oriza sativa)* en el sudeste de Asia; y el maíz *(Zea mays)* en Mesoamérica. Especies como el centeno *(Scale cereale)* y la cebada (*Hordeum vulgare*) son la base de la fermentación para bebidas como el whisky y la cerveza.

Santana-Michel, F.J., R. Cuevas-Guzmán y N.M. Núñez-López. 2016. Gramíneas (Gramineae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 187-193.

## Descripción

Según estudios de secuencias de ADN, las gramíneas pertenecen al orden Poales, que incluye 18 familias que comparten atributos, como la presencia de cuerpos de sílice en la epidermis y estilos separados o soldados, pero fuertemente ramosos, así como la carencia de cristales de rafidio y nectarios septales (Judd *et al.* 2002).

Las gramíneas son hierbas comúnmente rizomatosas (con tallos subterráneos gruesos y horizontales que sirven como órganos de almacenamiento), estoloníferas o cespitosas, perennes o anuales, y en los trópicos algunas son leñosas y arborescentes (bambúes y otates). Los tallos son articulados, comúnmente cilíndricos, huecos, algunas veces sólidos, de modo usual monopódicos (con un tallo principal), y hojas por lo general dísticas (en un solo plano), constituidas por vaina, lígula y lámina. La vaina rodea al tallo y lo común es que sea abierta; la lámina es simple, usualmente linear y con venas paralelas, y la lígula se localiza en la unión entre la vaina y la lámina, siendo una pestaña membranosa o ciliada.

Una de las características más distintivas de la familia son sus inflorescencias compuestas de espiguillas dispuestas en panículas, espigas o racimos. Las espiguillas constan de brácteas (estructuras foliáceas que rodean la flor) típicamente dísticas, dispuestas a lo largo de una raquilla (eje sobre el que se insertan las espiguillas); las dos brácteas inferiores están vacías pero las restantes forman parte de un flósculo (cada una de las flores que forma una inflorescencia), cuyas estructuras sexuales (estambres y pistilos) están encerradas entre la lema, bráctea más externa, y la pálea, en la parte más interna. Las flores son bisexuales o unisexuales, comúnmente con tres estambres y dos estigmas plumosos y el fruto es una cariópside (presenta la pared del fruto fusionada con la semilla) (Beetle *et al.* 1983, Davidse y Pohl 1994, Judd *et al.* 2002, Heywood *et al.* 2007). Presentan por lo común floración anual que se repite varias ocasiones (iteróparos), pero no es raro que varias especies leñosas se reproduzcan sexualmente en periodos que oscilan entre 10 y 120 años, para que posteriormente las poblaciones completas mueran (monocárpicas).

Un conjunto de datos morfológicos, bioquímicos, anatómicos y moleculares respaldan el origen monofilético de la familia (comparten un mismo ancestro), y permiten reconocer 12 subfamilias, de las cuales al menos 10 cuentan con representantes en México. Gramineae es una familia de fácil reconocimiento, pero complicada taxonómicamente en el nivel de géneros y especies. En México, la mayor cantidad de géneros y especies se registra en las subfamilias Chloroideae, Panicoideae y Pooideae.

## Distribución

Las gramíneas tienen amplia distribución ecológica, desde el nivel del mar hasta las zonas alpinas, a más de 5000 msnm. Es el componente dominante de las praderas de Norteamérica, las pampas sudamericanas y las estepas africanas y euroasiáticas (Judd *et al.* 2002). Además, muchas áreas en las zonas tropicales y subtropicales en la actualidad se encuentran cubiertas por pastos cultivados para alimentar diferentes tipos de ganado. En México se les encuentra en todos los tipos de vegetación reconocidos para el país, incluyendo las dunas cos-

teras y la vegetación acuática, e incluso algunas especies han conquistado el medio marino (Dávila *et al.* 1998). En las partes de mayor altitud, por arriba del límite de la distribución arbórea, las gramíneas amacolladas forman zacatonales que cubren una extensa superficie en el Altiplano mexicano. Por otra parte, cada vez son más amplias las superficies que se encuentran cultivadas con especies de pastos introducidos, principalmente de procedencia africana.

## Diversidad de gramíneas

Gramineae es la cuarta familia más diversa en México. Se han registrado 204 géneros, 1 182 especies y 207 categorías infraespecíficas, para hacer un total de 1 278 taxones, de los cuales 1 119 son nativos y 159 cultivados o introducidos (Dávila *et al.* 2006). Los géneros con más especies en México corresponden a *Muhlenbergia*, *Paspalum*, *Panicum*, *Bouteloua*, *Eragrostis* y *Aristida* (Dávila *et al.* 2006). Otros géneros, como *Tripsacum* y *Zea*, sin ser muy diversos, sobresalen por tener su centro de diversidad en el país, con la mayoría de sus especies reconocidas como endémicas (que sólo se distribuyen en nuestro país). Seis géneros y alrededor de 22% de los taxones restringen su distribución al territorio nacional. Colima forma parte de una de las cuatro áreas de México con mayor diversidad de pastos; Beetle (1975) registró 49 géneros y 119 especies, mientras que McVaugh (1983), en *Las gramíneas de Nueva Galicia,* registra 53 géneros y 108 especies para esta entidad, cifra que se incrementó a 168 especies en Dávila *et al.* (2006).

En el presente estudio se registran 78 géneros, 251 especies, que incluyen 29 unidades infraespecíficas para el estado (apéndices 1 y 2). Estos números representan 39% de los géneros y 22% de las especies de México. La riqueza de géneros y especies para Colima es equiparable con la de los estados de Nayarit –82 géneros y 271 especies– (Téllez 1995), Zacatecas –82 géneros y 255 especies– (Balleza 1992), entidades con mucho mayor superficie que Colima. Por otra parte, Colima tiene más especies que la sierra de Manantlán –77 géneros y 221 especies– (Vázquez *et al.* 1995), el estado de Tlaxcala –61 géneros y 182 especies– (Martínez 1998), Sinaloa –173 especies– (Dávila *et al.* 2006) y Tabasco –198 especies– (Dávila *et al.* 2006).

La sobresaliente riqueza de gramíneas en Colima podría atribuirse a que forma parte de la zona de transición de los reinos biogeográficos Holártico y Neotropical, así como por su gran heterogeneidad ambiental, ya que en una pequeña distancia se registra un gradiente altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 3 500 msnm en las faldas del Volcán de Fuego. En este gradiente se registran tipos de vegetación que varían desde los pinares y encinares, en las partes de mayor altitud, hasta los bosques tropical caducifolio, tropical subcaducifolio y mesófilo de montaña, que se distribuyen a altitudes desde el nivel del mar a los 2 000 msnm, y los manglares en la línea costera. Otro aspecto importante para explicar la elevada riqueza de especies de esta familia es la adaptación que han tenido al mosaico de paisajes creado por el ser humano.

Panicoideae y Chloridoideae son las subfamilias que presentan mayor número de taxones. Diez géneros concentran 119 especies (47%), de éstos, los que registran más especies son *Paspalum* (28), *Panicum* (14), *Muhlenbergia* (12), *Eragrostis* (12), *Urochloa* (10) y *Bouteloua* (13). Este patrón

registrado para Colima es más o menos consistente con lo registrado para el país, con la excepción de que el género más rico para México corresponde a *Muhlenbergia* seguido por *Paspalum* y *Panicum*, mientras que *Urochloa*, a nivel nacional, no aparece entre los 15 géneros con más especies (Dávila *et al.* 2006). *Urochloa* tiene 18 especies en México (Dávila *et al.* 2006), de las cuales 10 se encuentran en el estado, lo que pone en evidencia la diversidad extraordinaria del género en esta región del país. Esta condición también podría aplicarse a *Tripsacum*, ya que en Colima se tienen registradas cinco especies que representan 50% de las especies de México. De las 251 especies, 214 son nativas y 37 son introducidas o cultivadas en el estado.

## Fitogeografía de los pastos

De las 251 especies que se registran para Colima, 37 corresponden a especies de amplia distribución que han llegado a América procedentes principalmente de África y Asia, 76 están presentes desde Canadá hasta Sudamérica, 52 desde México hasta Sudamérica, a 12 se les encuentra en Estados Unidos de Norteamérica y México, cinco van desde Estados Unidos hasta Centroamérica, mientras que 35 especies son endémicas de México. De las especies endémicas de nuestro país, una se ha registrado para los estados de Colima, Jalisco y Guanajuato, mientras que a nueve especies sólo se les encuentra en los estados de Jalisco y Colima (apéndice 1). *Hilaria annua* es considerada endémica al estado, en tanto que *Aegopogon solisii, Aristida tenuifolia*, *Paspalum longum* y *Sorghastrum pohlianum* sólo son conocidas de las islas Revillagigedo. *Andropogon gayanus* es una especie de reciente introducción procedente de África, la cual se encuentra distribuida a lo largo país, sumándose a otras especies como *Cenchrus ciliaris*, *Chloris gayana*, *Cynodon nlemfuensis*, *Hyparrhenia rufa*, *Melinis minutiflora*, *Pennisetum clandestinum*, *P. purpureum*, *Sorghum halepense*, *Urochloa maxima* y *U. mutica* (apéndice 1).

Las gramíneas son un grupo de plantas que se desarrollan en ambientes muy soleados, razón por la cual la mayoría se encuentra en áreas abiertas. Aquellas que se encuentran en bosques por lo general lo hacen donde la cobertura arbórea o arbustiva es escasa, y muy pocas especies han logrado adaptarse a condiciones de poca luz (afóticas); tal es el caso de *Pharus mezii* y algunas otras de hoja ancha como *Zeugites americana, Z. capillaris, Z. smilacifolia* y *Olyra latifolia*.

La mayoría de las especies de gramíneas se encuentran en regiones o ambientes secos, aunque algunas también requieren de un manto freático muy elevado o de ambientes inundados, siendo el caso de *Ixophorus unisetus, Hymenachne amplexicaulis*, *Echinochloa crus-pavonis*, *Paspalidium geminatum*, *Paspalum conjugatum*, *P. paucispicatum* y *Urochloa mutica*. Entre las especies que han evolucionado y desarrollado mecanismos para soportar ambientes con altas concentraciones de sal se puede mencionar a *Distichlis spicata*, *Jouvea pilosa*, *J. straminea*, *Sporobolus purpurascens*, *S. plendens*, *S. virginicus* y *Uniola pittieri*.

En el bosque de *Quercus* se han encontrado 21% de las especies, 20.9% en vegetación secundaria, 20% en bosque tropical caducifolio, 12% en bosque tropical subcaducifolio, 13.75% en bosque de *Pinus* y bosque de *Pinus-Quercus*, 5.77% en vegetación riparia, 2.75% en dunas costeras y un

porcentaje igual en el bosque mesófilo de montaña. Solamente dos especies se registran en vegetación sabanoide de *Byrsonima* y *Curatella* (apéndice 1). Sin embargo, seguramente los porcentajes de especies registradas en cada tipo de comunidad vegetal se verán modificados conforme se realicen más recolectas.

## Importancia económica de las gramíneas

La importancia económica de las gramíneas en Colima no es diferente de la que presenta el grupo taxonómico para México y el mundo. El maíz sigue siendo uno de los cereales más utilizados como alimento por la población de la entidad, principalmente en forma de tortillas, tostadas, tamales, pozole y una amplia gama de presentaciones y productos. Algunos de los cultivos más importantes en el estado corresponden a miembros de esta familia, como la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), que se siembra en amplias extensiones para abastecer los ingenios cañeros que existen en Colima; así como sorgo, avena (*Avena sativa*), trigo y arroz.

Asimismo, gran superficie se encuentra sembrada con especies forrajeras como la guinea (*Urochloa maxima*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*), rodex (*Chloris gayana*), sorgo (*Sorghum bicolor*), maíz (*Zea mays* subsp. *mays*) y pará (*Brachiaria mutica*), todas se suman a la gran diversidad de especies silvestres utilizadas con este fin.

Otras especies se utilizan con fines ornamentales en casas y jardines, como el carrizo (*Arundo donax*), bambú (*Bambusa vulgaris*), té de limón (*Cymbopogon citratus*), *Chusquea circinata*, *C. liebmanii* y lágrimas de Job (*Coix lagrymajobi*). Especies como el bambú, los carrizos, *Chusquea circinata* y el maíz, son además fuente de materiales para la elaboración de artesanías. El otate (*Otatea acuminata*) es la principal fuente de material para la cestería (Vázquez *et al.* 1995), y en ocasiones también se utiliza en la construcción de casas rurales, bien sea para el techado o para las bardas laterales (combinándose con lodo o con otras maderas).

El zacate soromuta (*Muhlenbergia macroura*) es una especie de alta montaña que ejemplifica la utilización diversificada de las gramíneas y representa un recurso económico importante para las comunidades rurales, debido a que se cosecha y vende para la fabricación de escobetas, escobas, sudaderos para caballos y para el techado de casas.

Por su parte, *Pharus mezii* se utiliza esporádicamente como ornamental, pero muestra un importante potencial de uso debido a su capacidad para crecer en ambientes sombríos y debido también a la destacada belleza de su follaje. El té de limón cada día gana más adeptos para consumirse como bebida o té caliente.

De acuerdo con la Agenda de Innovación Tecnológica Agropecuaria y Forestal del Estado de Colima 2010, las superficies cultivadas con especies de gramíneas ocurre así: pastos 61 211 ha, caña de azúcar 9 633 ha, maíz (incluyendo maíz para grano, elote y maíz forrajero) 17 707 ha, arroz palay 2 199 ha y sorgo para grano 1 783 ha; en conjunto la superficie estimada que se cultiva con gramíneas es de 92 533 ha (SEMARNAT 2010).

## Estado de conservación

En la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) no se consigna ninguna de las especies de gramíneas del estado. Sin embargo, se señalan en la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010): *Tripsacum maizar* como amenazada, *T. zopilotense* bajo la categoría de protección especial y *Zea perennis* como especie en peligro de extinción. Las dos especies de *Tripsacum* presentan una distribución que va desde México hasta Centroamérica, por lo que a pesar de encontrarse en alguna categoría de riesgo se espera que su amplia distribución contribuya a su conservación, por otro lado, ambas especies se encuentran protegidas en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, lo cual también favorece su conservación. El caso de *Zea perennis* es mucho más crítico, pues no se encuentra en ninguna área natural protegida y sus poblaciones naturales parecen ir en disminución al cambiar el uso de suelo de áreas agrícolas a plantaciones de frutales en las faldas del Nevado de Colima, cuya cara da hacia Ciudad Guzmán y en donde la especie fue originalmente descrita.

Nuevas poblaciones han sido registradas para Colima (en este trabajo) y el estado de Michoacán (Sánchez *et al.* 2011), a pesar de ello se requiere evaluar las poblaciones naturales y conservar el hábitat natural donde la especie se desarrolla, además de preservar su germoplasma en reservorios artificiales. Consideramos que las especies endémicas al estado, tales como *Aegopogon solisii*, *Hilaria annua*, *Aristida tenuifolia*, *Paspalum longum* y *Sorghastrum pohlianum*, a pesar de no contar con estudios poblacionales, debieran ser incorporadas a la NOM-059-SEMARNAT-2010, como especies bajo la categoría de protección especial, debido a la reducida extensión superficial en la que se distribuyen. El grupo de gramíneas introducidas (apéndice 1), podría representar un problema para la biodiversidad de los diferentes ecosistemas en que se establecen, por lo que es recomendable estudiar las áreas de establecimiento y la dinámica poblacional de estos taxones, pero sobre todo evaluar el efecto que están teniendo sobre las poblaciones de otras especies de pastos naturales y otras plantas nativas, principalmente sobre aquellas que presentan distribución restringida. Además, se debe fomentar el uso de especies de gramíneas nativas con propósitos forrajeros y disminuir el uso de especies exóticas.

## Referencias


Balleza, J.J. 1992. *Gramíneas del estado de Zacatecas. Catálogo de especies y clave para géneros*. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, México.

Beetle, A.A. 1975. Contribución al estudio de las gramíneas de México. En: *Gramíneas de Colima, México*. A.A. Beetle, E. Manrique, V. Jaramillo, *et al.* (eds.). Universidad de Wyoming. Laramie, Wyoming, Estados Unidos de América.

Beetle, A.A., E. Manrique, V. Jaramillo, *et al.* 1983. *Las gramíneas de México*. Vol. I. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SAGARPA)/Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). México.

Davidse, G. y R.W. Pohl. 1994. Poaceae. En: *Flora mesoamericana: Alismataceae a Cyperaceae*. Vol. 6. G. Davidse, S. Sousa y O. Chater (eds.). Instituto de Biología (IBUNAM)/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)/Missouri Botani-

cal Gardens/The Natural History Museum, pp. 184-262.

Dávila, P., M.T. Mejía-Saúles, M. Gómez-Sánchez, *et al.* 2006. *Catálogo de gramíneas de México.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México.

Dávila, P., R. Lira y J. Sánchez Ken. 1998. La familia Gramineae en el estado de Jalisco. México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 5:191-215.

Heywood, V.H., R.K. Brummitt, A. Culham, *et al.* 2007. *Flowering plants of the world.* Firefly Books. Ontario, Canadá.

Judd, S.W., C.S. Campbell, E.A. Kellogg, *et al.* 2002. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer Associates. Sunderland.

Martínez, J.L. 1998. *Flora genérica del estado de Tlaxcala*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Mcvaugh, R. 1983. Gramineae. En: *Flora Novo-Galiciana.* Vol 14. University of Michigan Press. Ann Arbor. Michigan.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2011. Agenda de Innovación Tecnológica Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de Colima 2010. En: <*http://www.cofupro.org.mx/cofupro/agendas/agenda_colima.pdf*>, última consulta: 2 de julio de 2015.

Sánchez, G. J., L.L. De la Cruz, M.V.A. Vidal, *et al.* 2011. Three new teosintes (*Zea* spp., Poaceae) from México. *Americal Journal of Botany* 98:1537-1548.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Soltis, D.E., P.S. Soltis, P.K. Endress y M.W. Chase. 2005. *Phylogeny and evolution of angiosperms*. Sinauer Associates. Sunderland. Reino Unido.

Téllez, V.O. 1995. *Flora, vegetación y fitogeografía de Nayarit, México*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Vázquez, J.A., R. Cuevas, T. Cochrane, *et al*. 1995. Flora de Manantlán. Plantas vasculares de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. SIDA, *Botanical Mycellany* 13:1-312.

# Orquídeas
(Orchidaceae)

Gerardo A. Salazar
Rolando Jiménez-Machorro

## Diversidad

La familia Orchidaceae es una de las más diversas del reino vegetal, con un número de especies estimado en 25 mil, en todo el mundo (Dressler 2005). En México las orquídeas ocupan el tercer lugar en cuanto a riqueza taxonómica, con más de 1 200 especies, siendo superada únicamente por las familias Asteraceae y Fabaceae. La mayor parte de esa diversidad se concentra en las porciones sur y sureste del territorio nacional, particularmente en los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz y Guerrero. Sin embargo, las orquídeas se encuentran en todos los biomas habitables del país (Hágsater *et al.* 2005).

No existen estudios encaminados específicamente a documentar la diversidad de orquídeas de Colima, aunque la orquideoflora del estado fue cubierta de manera parcial en el tratamiento de Orchidaceae en la *Flora novo-galiciana*, en donde se registraron 28 géneros y 46 especies (Mcvaugh 1985). Un estudio reciente de la flora de la porción noroeste de Colima registró varias especies adicionales. Hasta el momento han sido registradas 103 especies de 48 géneros de Orchidaceae (apéndice 1). Estas cifras representan aproximadamente 8% y 29%, respectivamente, de las especies y géneros de esta familia conocidos en el país (Soto-Arenas *et al.* 2007).


Salazar, G.A. y R. Jiménez-Machorro. 2016. Orquídeas (Orchidaceae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 194-198.

## Distribución

La flora de orquídeas de Colima está constituida en su mayoría por elementos de distribución relativamente amplia en México, ya sea en los bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios de la planicie costera del Pacífico, como *Barkeria palmeri*, *Catasetum pendulum*, *Encyclia trachycarpa*, *Erycina echinata*, *Mormodes badia* (figura 1) y *Myrmecophila galeottiana* (figura 2) o en los bosques mixtos de pino-encino de la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur (*Stanhopea maculosa*, figura 3), con una minoría de especies cuya distribución se extiende hasta Centroamérica, tales como *Dichromanthus aurantiacus*, *Clowesia dodsoniana* y *Guarianthe aurantiaca* (figura 4). Sólo tres de las especies son endémicas del estado y es notable que dos de éstas, *Acianthera unguicallosa* y *Epidendrum* aff. *nitens*, están restringidas a la isla Socorro en el archipiélago de las Revillagigedo. La tercera especie endémica, *Physogyne garayana*, sólo se conoce en una localidad en tierra firme, sin embargo, las plantas y flores de esta última son pequeñas y fácilmente pasan desapercibidas, por lo que no puede descartarse que eventualmente sea localizada en otras áreas.



FIGURA 1. *Mormodes badia*. Jalisco. Foto: Gerardo A. Salazar.



FIGURA 2. *Myrmecophila galeottiana*. Jalisco. Foto: Gerardo A. Salazar.

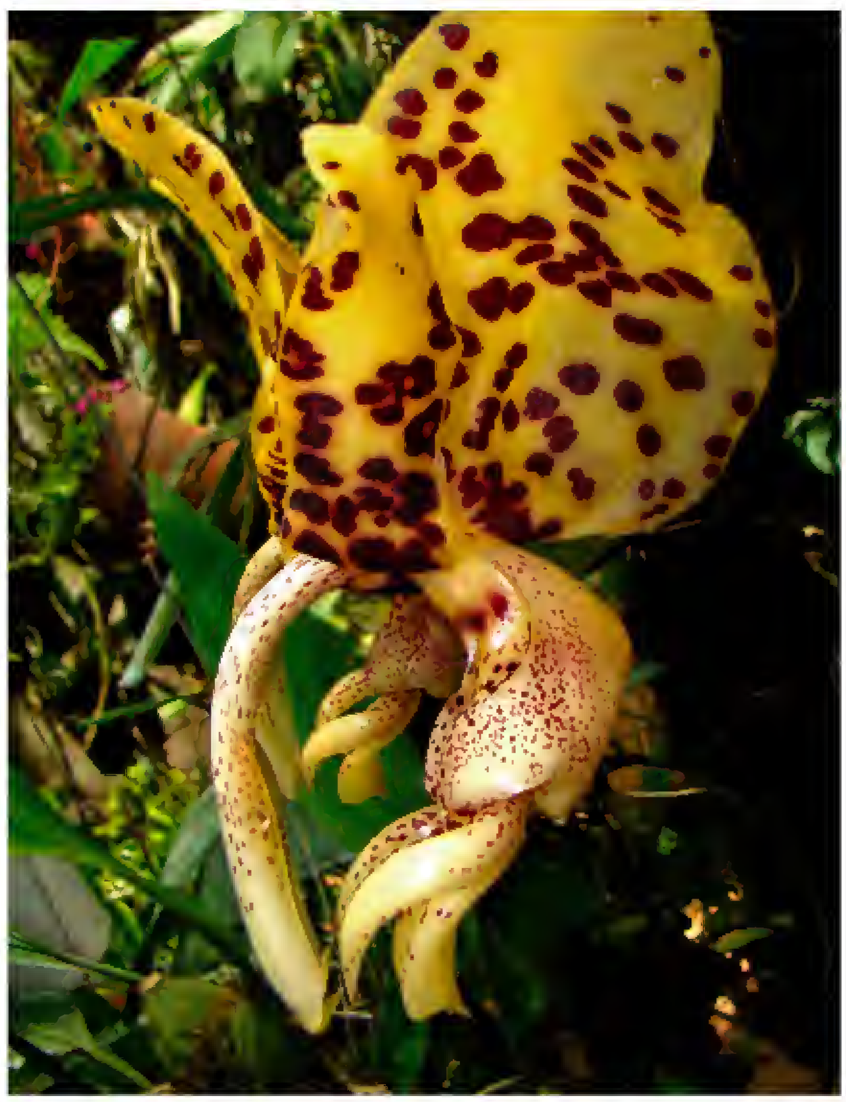


FIGURA 3. *Stanhopea maculosa*. México. Foto: Rolando Jiménez-Machorro.



**Figura 4.** *Guarianthe aurantiaca*. Jalisco. Foto: Gerardo A. Salazar.

## Estatus de riesgo y posibles amenazas a la conservación

Once especies de orquídeas de Colima están incluidas en alguna categoría de riesgo en la normatividad ambiental mexicana (SEMARNAT 2010). Cinco de ellas se encuentran en la categoría de amenazadas (A): *Barkeria dorotheae*, *Cypripedium irapeanum*, *Encyclia adenocaula* (figura 5), *Oncidium tigrinum* y *Rhynchostele cervantesii*; y seis están en la categoría de sujetas a protección especial (Pr): *Acianthera unguicallosa*, *Encyclia pollardiana*, *Physogyne gonzalezii* (figura 6), *Prosthechea citrina*, *Rodriguesia dressleriana* y *Trichocentrum flavovirens* (figura 7). Una especie adicional, *Galeandra greenwoodiana* (figura 8), no se encuentra listada entre las especies mexicanas en riesgo, pero el pequeño número de poblaciones conocidas, su alta especificidad de hábitat (Warford 1994), la destrucción de algunas de las pocas localidades conocidas debido al cambio de uso del suelo por actividades humanas (N. Warford, citada en Light y MacConnaill 2003) y la extracción de plantas silvestres para el comercio (Salazar, observación personal) son factores que sugieren que debe considerársele como una especie amenazada.

Existen pocos estudios que evalúen de manera objetiva el estatus de conservación y factores de riesgo de especies de orquídeas nativas de Colima. Por ejemplo, Soto-Arenas y Solano-Gómez (2007a) sugirieron que, pese a estar restringidas a una franja altitudinal que va de 800 a 1 000 msnm en el volcán Everman, en la isla Socorro la conservación *in situ* de *Acianthera unguicallosa* está garantizada siempre que se mantenga su hábitat. La situación parece ser diferente para *Barkeria dorotheae*, pues aunque existen considerables extensiones de hábitat potencialmente apropiado (bosque tropical caducifolio) en la región colindante entre Jalisco y Colima (incluyendo la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala), no ha sido posible localizar poblaciones adicionales y la



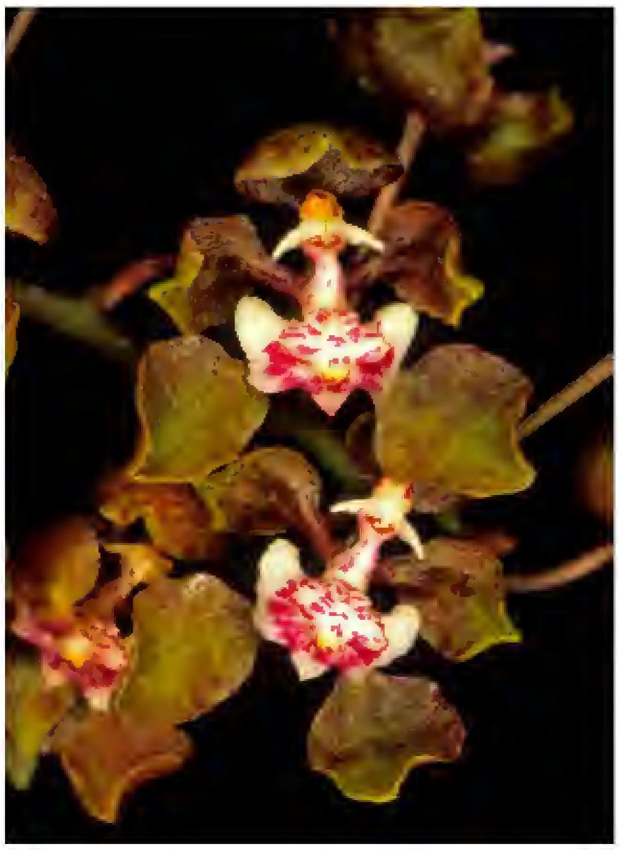
**Figura 5.** Orquídea *Encyclia adenocaula,* considerada en la categoría de amenazada. Ocurre en Michoacán. Foto: Gerardo A. Salazar.

única población conocida parecía estar a punto de extinguirse en 2007, cuando se hizo la evaluación (Soto-Arenas y Solano-Gómez 2007b). En el caso de *Physogyne gonzalezii*, Soto-Arenas y Solano-Gómez (2007c) notaron que, aunque algunas poblaciones parecen haber sido destruidas por cambios en el uso del suelo (como la localidad original de donde fue descrita la especie en el estado de Nayarit), parecen persistir hábitats apropiados en la zona limítrofe entre Jalisco y Colima (volcán de Colima).



**Figura 6.** *Physogyne gonzalezii*. Jalisco. Foto: Rolando Jiménez-Machorro.

La información disponible sobre otras especies en Colima es muy limitada o inexistente, pero un factor de amenaza, potencialmente significativo para muchas especies en el estado, es la destrucción o alteración de los hábitats naturales debido a la relativa elevada tasa de deforestación y otros cambios en el uso del suelo (Román-Guzmán *et al.* en este volumen). Estudios de campo enfocados a documentar la situación actual de las poblaciones de orquídeas y posibles factores de riesgo son requeridos de manera urgente.



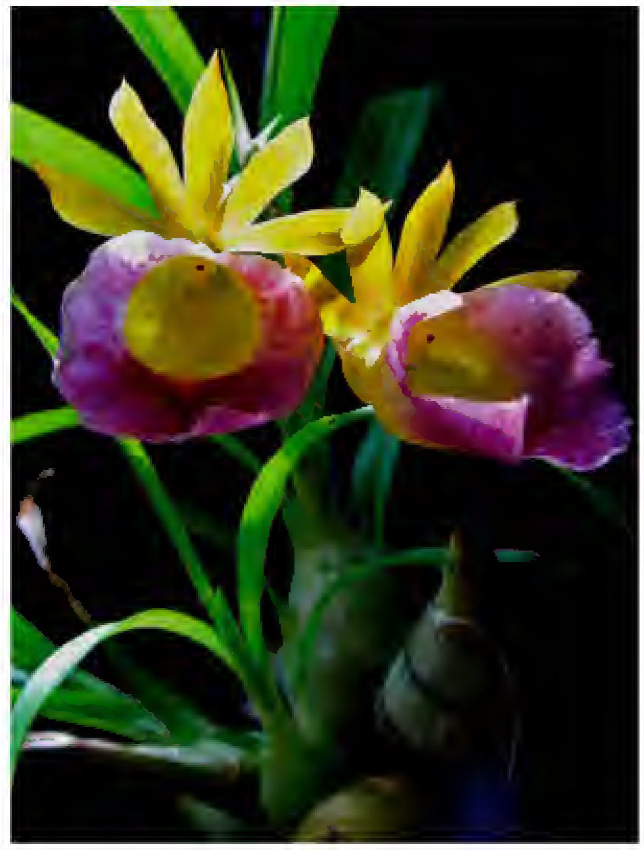


**Figura 7.** *Trichocentrum flavovirens*. Jalisco. Foto: Gerardo A. Salazar.

**Figura 8.** *Galeandra greenwoodiana*. Foto: Rolando Jiménez-Machorro.

## Referencias


Dressler, R.L. 2005. How many orchid species? *Selbyana* 26:155-158.

Hágsater, E, M.A. Soto-Arenas, G.A. Salazar, *et al.* 2005. *Las orquídeas de México*. Instituto Chinoin, A.C., México, D.F.

Light, M.H.S. y M. MacConaill. 2003. Seed characteristics and asymbiotic germination of *Galeandra batemanii* Rolfe and *G. greenwoodiana* Warford. *Lankesteriana* 7:141-144.

Mcvaugh, R. 1985. Orchidaceae. En: *Flora novo-galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western Mexico.* Vol. 16. W.R. Anderson (ed.). The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, pp. 1-363.

Padilla, E., R. Cuevas y S.D. Koch. 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del arroyo Agua Fría, municipio de Minatitlán, Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 84: 25-72.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Soto-Arenas, M.A., E. Hágsater, R. Jiménez, *et al.* 2007. *Las orquídeas de México: catálogo digital.* Instituto Chinoin, A.C., México, D.F.

Soto-Arenas, M.A. y R. Solano-Gómez. 2007a. Ficha técnica de *Acianthera unguicallosa*. Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059-SEMARNAT-2000. Bases de datos SNIB-CONABIO. En: <*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichas/doctos/plantas.html*>, última consulta: 6 de julio de 2015.

———. 2007b. Ficha técnica de *Barkeria dorotheae.* Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059-SEMARNAT-2000. Bases de datos SNIB-CONABIO. En: <*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichas/doctos/plantas.html*>, última consulta: 6 de julio de 2015.

———. 2007c. Ficha técnica de *Physogyne gonzalesii* [sic]. Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059-SEMARNAT-2000. Bases de datos SNIB-CONABIO. En: <*http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichas/doctos/plantas.html*>, última consulta: 6 de julio de 2015.

Warford, N. 1994. The Mexican galeandras (Orchidaceae). *Lindleyana* 9:39-49.

# Asteráceas
(Asteraceae)

José Luis Villaseñor
Enrique Ortiz
Mollie Harker

## Introducción

Como en la mayoría de los estados del país, Asteraceae (o Compositae) se ubica entre las familias con la mayor riqueza de especies en el estado (cuadro 1). Ocupa el segundo lugar en la flora estatal colimense en relación a número de especies (superada por la familia Fabaceae), y aunque es la familia con el mayor número de géneros, ninguno de ellos tiene una notable diversidad de especies.

Este estudio documenta las especies y taxa subespecíficos de la familia Asteraceae que existen en Colima, a partir de información obtenida mediante una revisión intensa (aunque no exhaustiva) de la literatura florístico-taxonómica de México, así como del estudio de los ejemplares de herbario depositados en las colecciones más importantes, como la del Herbario Nacional de México (MEXU) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como de los herbarios del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (IBUG) de la Universidad de Guadalajara y del Centro Universitario de la Costa Sur (ZEA), en Guadalajara y Autlán, Jalisco; respectivamente. La información se complementó con la revisión de los herbarios de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), del Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México y del Instituto de Ecologia, A. C. (IEB) en su Centro Regional del Bajío, en Pátzcuaro, Michoacán.

Algunas especies reportadas en el estado que no tuvieron ejemplares depositados en las colecciones estudiadas se incluyeron con base en las

Villaseñor, J.L., E. Ortiz y M. Harker. 2016. Asteráceas (Asteraceae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 199-208.

**Cuadro 1.** Familias y géneros de plantas vasculares con mayor número de especies. Fuente: elaboración propia.

| Familia | Géneros/especies | Género | Especies |
|---|---|---|---|
| Fabaceae | 86/335 | *Euphorbia* | 45 |
| Asteraceae | 102/272 | *Ipomoea* | 38 |
| Poaceae | 70/230 | *Solanum* | 32 |
| Euphorbiaceae | 22/123 | *Cyperus* | 31 |
| Malvaceae | 43/116 | *Tillandsia* | 30 |
| Orchidaceae | 47/108 | *Quercus* | 28 |
| Solanaceae | 12/69 | *Bursera* | 28 |
| Rubiaceae | 27/65 | *Desmodium* | 27 |
| Cyperaceae | 13/63 | *Paspalum* | 24 |
| Convolvulaceae | 10/56 | *Senna* | 23 |
| Apocynaceae | 24/44 | Mimosa | 22 |
| Pteridaceae | 17/43 | Acalypha | 19 |
| Bromeliaceae | 8/43 | Piper | 19 |
| Acanthaceae | 18/43 | Salvia | 18 |
| Boraginaceae | 12/41 | Ficus | 18 |

fuentes bibliográficas que los citan. Se considera que otras especies pueden existir en el estado, debido a que su presencia ha sido registrada en municipios de Jalisco.

## Descripción

Los miembros de la familia Asteraceae se encuentran entre los más fáciles de identificar a nivel de familia, debido a que sus miembros presentan una serie de atributos característicos y distintivos, como la agrupación primaria de las flores en una inflorescencia compacta, conocida como capítulo o cabezuela, la cual consiste en un conjunto de brácteas, por lo general verdes, que conforman una estructura calicinal llamada invólucro, donde se asientan las flores. En muchas especies existen flores diferenciadas morfológicamente: las que se encuentran en la periferia de la cabezuela semejando pétalos (corolas loriformes), la mayoría de las veces son femeninas o sin sexo; las interiores poseen corolas tubulares y por lo general son hermafroditas y fértiles. Adicionalmente, todos los miembros de la familia presentan los estambres fusionados por un tejido conectivo a nivel de las anteras (estambres singenésios); su cáliz (cuando presente) está modificado en una estructura muy variable denominada vilano y un fruto seco, indehiscente con una sola semilla, conocido como aquenio (estrictamente una cipsela por derivar de un ovario ínfero). Una descripción completa de las características morfológicas de la familia, así como una clave para la determinación de las tribus en que se clasifican sus miem-

bros puede consultarse en Villaseñor-Ríos (2007) y Redonda-Martínez (2009).

La familia Asteraceae ya era reconocida como un grupo de plantas similares desde tiempos de Aristóteles. Su pertenencia a un mismo grupo ha sido comprobada desde entonces y ahora se sabe que constituye un grupo monofilético (con un origen común), dentro del orden Asterales, que comprende 11 familias (Stevens 2008). Esta característica se manifiesta en las apomorfias (rasgos evolutivos derivados de otro rasgo, de un taxón ancestral filogenéticamente próximo), que manifiestan tanto a nivel morfológico como molecular. Funk *et al.* (2009) presentan un compendio actualizado de la clasificación y evolución de la familia, en el que se reconocen 43 tribus, 24 de ellas con representantes nativos en México.

## Diversidad

Colima registra 271 especies de Asteraceae, de las cuales 209 fueron confirmadas con ejemplares de herbario (apéndice 1). La lista incluye además 45 especies que la literatura reporta como presentes en el estado, pero que desafortunadamente no se pudieron validar con el material de los herbarios revisados, aunque sí se menciona la fuente que las reporta (apéndice 1). Ese apéndice también incluye 18 especies que no cuentan con registros de herbario ni referencias bibliográficas, pero eventualmente podrían encontrarse en el estado.

Si se compara la riqueza de especies conocida en Colima con la de otros estados vecinos (cuadro 2), resulta evidente que la entidad registra una relativa pobreza en miembros de la familia Asteraceae. La densidad de especies (número de especies por unidad de superficie) en el estado es significativamente menor que la de los estados vecinos, y una comparación similar con dos entidades del país con menos superficie (Distrito Federal y Tlaxcala) revela que la densidad de especies de Colima es más o menos equivalente a la de Tlaxcala, pero muy inferior a la del Distrito Federal.

Estos resultados y la menor densidad de especies en Colima subrayan la necesidad de realizar más trabajo de campo para documentar mejor la riqueza florística del estado, pues no

**Cuadro 2.** Riqueza de especies de Asteraceae en Colima y estados vecinos, o con superficie similar. Fuente: elaboración propia.

| Estado | Superficie ($km^2$) | Especies | Densidad (spp./$\log_{sup}$) |
|---|---|---|---|
| Colima | 5 455 | 271 | 72.8 |
| Guerrero | 63 794 | 697 | 145.1 |
| Jalisco | 80 137 | 816 | 166.4 |
| Michoacán | 59 864 | 727 | 152.2 |
| Nayarit | 27 621 | 463 | 104.2 |
| Distrito Federal | 1 499 | 357 | 112.4 |
| Tlaxcala | 3 914 | 270 | 75.2 |

existen razones para pensar que las variables bióticas o abióticas que determinan los patrones de diversidad de esta familia difieran significativamente de las que se presentan en otros estados en el país. Colima presenta una amplia diversidad a nivel de géneros y especies para las familias descritas en este estudio, por lo que se esperaría una amplia variedad también para las compuestas.

Aunque varias especies han sido reportadas como parte de la flora de Colima, lo cierto es que aún no se cuenta con registros, incluso de los municipios de Colima, colindantes con otros estados y mencionados en el apéndice 1. Tales especies solamente se conocen en la porción de Jalisco, del Nevado de Colima o en la sierra de Manantlán; es decir, muy cerca de Colima. Las especies incluidas en el apéndice 1, pese a que aún no se demuestra su presencia en el estado, por encontrarse en la fracción del Nevado de Colima que corresponde a Jalisco, son un ejemplo de la porción de la riqueza florística que aún faltaría incorporar al inventario botánico estatal. Por ejemplo, en el cuadro 3 se anotan 19 especies que probablemente se registrarán en el estado en próximas fechas.

**Cuadro 3.** Especies conocidas en el estado de Jalisco, del Nevado de Colima o de la Sierra de Manantlán, que probablemente formen parte de la flora del estado. Fuente: elaboración propia.

| Especies |
|---|
| *Ageratina cylindrica* |
| *Alloispermum colimense* |
| *Archibaccharis serratifolia* |
| *Bidens colimana* |
| *Brickellia cardiophylla* |
| *Cirsium ehrenbergii* |
| *Cirsium nivale* |
| *Conyza bonariensis* |
| *Conyza coronopifolia* |
| *Cosmos intercedens* |
| *Critoniopsis baadii* |
| *Critoniopsis foliosa* |
| *Gamochaeta americana* |
| *Lasianthaea ceanothifolia* var. *verbenifolia* |
| *Otopappus tequilanus* |
| *Stevia aschenborniana* |
| *Stevia macvaughii* |
| *Taraxacum officinale* |
| *Vernonanthura liatroides* |

## Patrones de distribución

Las especies de Asteraceae actualmente conocidas en Colima presentan un patrón de mayor riqueza en su porción norte, disminuyendo hacia su parte sur (figura 1). Al dividir el estado en 20 cuadros de 15 x 15 minutos de latitud y longitud, para evaluar la riqueza que registra cada uno de ellos, resulta evidente que a menor altitud existe un menor número de especies (porción sur), mientras que a mayor altitud se presenta un mayor número de especies (porción norte).

Este patrón ha sido discutido previamente a nivel nacional, Rzedowski (1972) encontró que las especies de la familia Asteraceae son preponderantemente más diversas en regiones montañosas que en tierras bajas. En Colima la región con mayor número de especies corresponde a las porciones con mayor altitud que forman parte de los lomeríos de barlovento del Nevado de Colima (celdas 5 y 6 de la figura 1); sin embargo, es necesario evaluar si el fuerte sesgo en el esfuerzo de recolecta (figura 2), observado en esta porción no es responsable del patrón descrito.

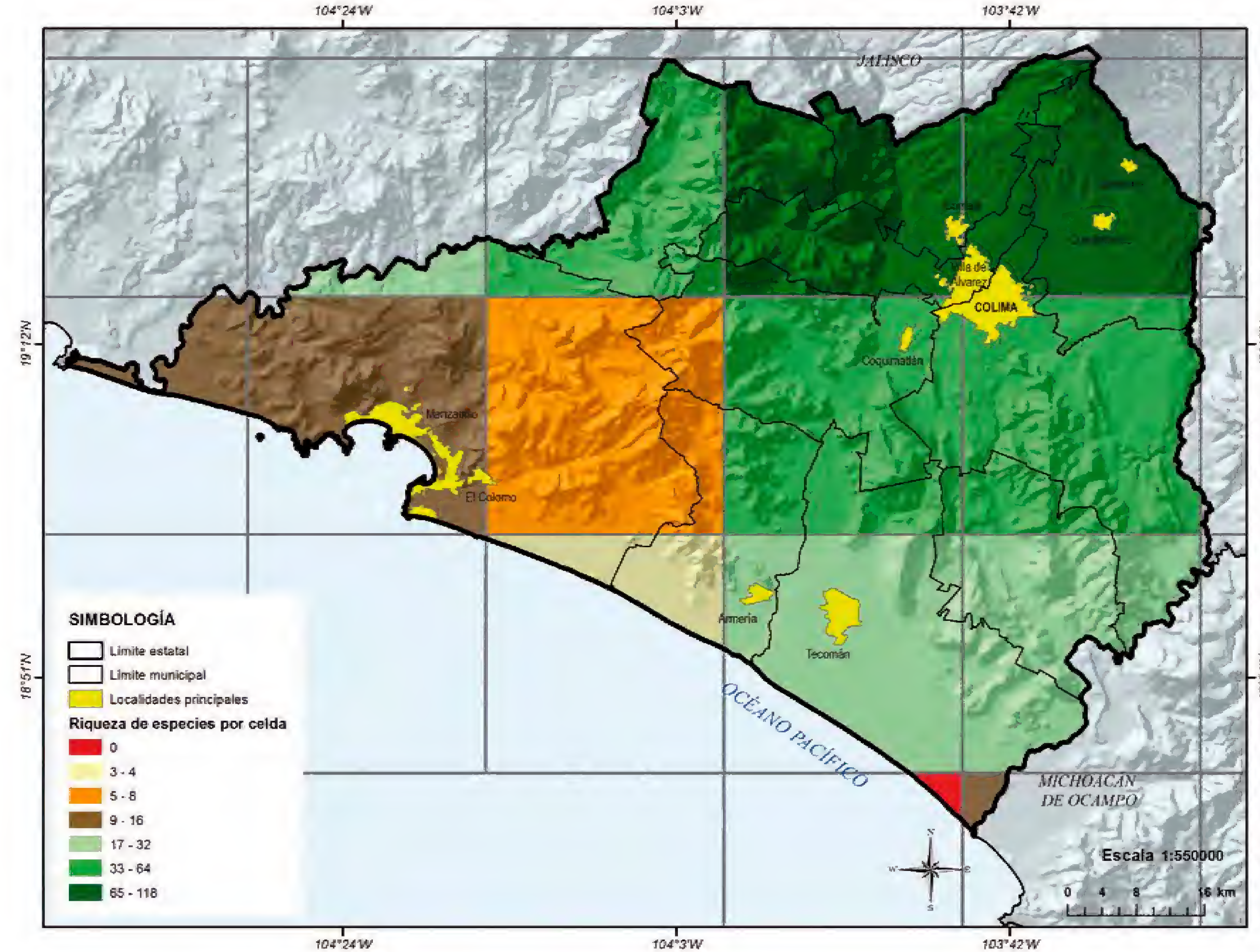



**Figura 1.** Riqueza de especies de Asteraceae. Los cuadros en que se ha subdividido al estado tienen un tamaño de 15 minutos de latitud y longitud. Fuente: elaboración propia.

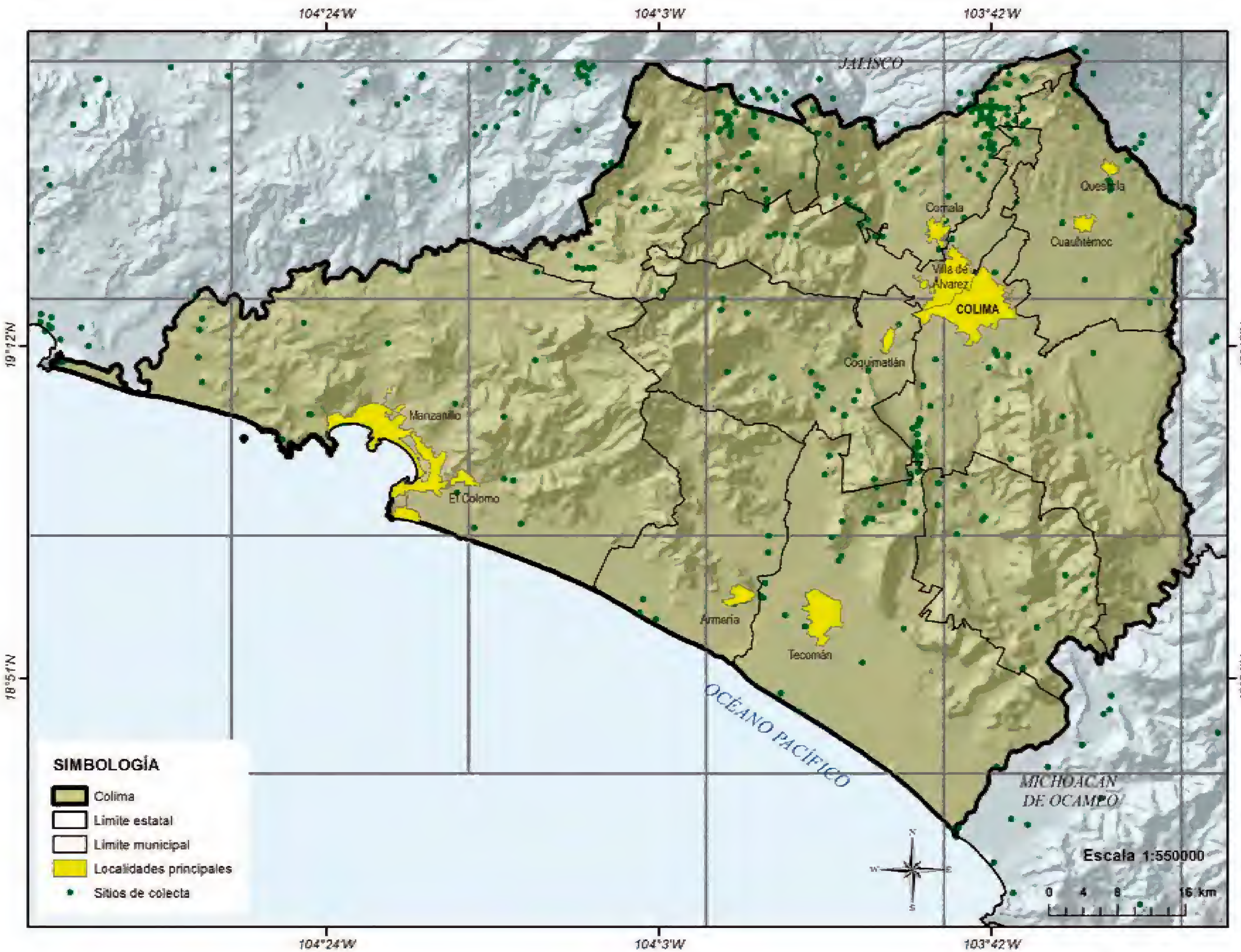



**Figura 2.** Distribución de los sitios de recolecta de Asteraceae en Colima y regiones vecinas de Jalisco y Michoacán. Fuente: elaboración propia.

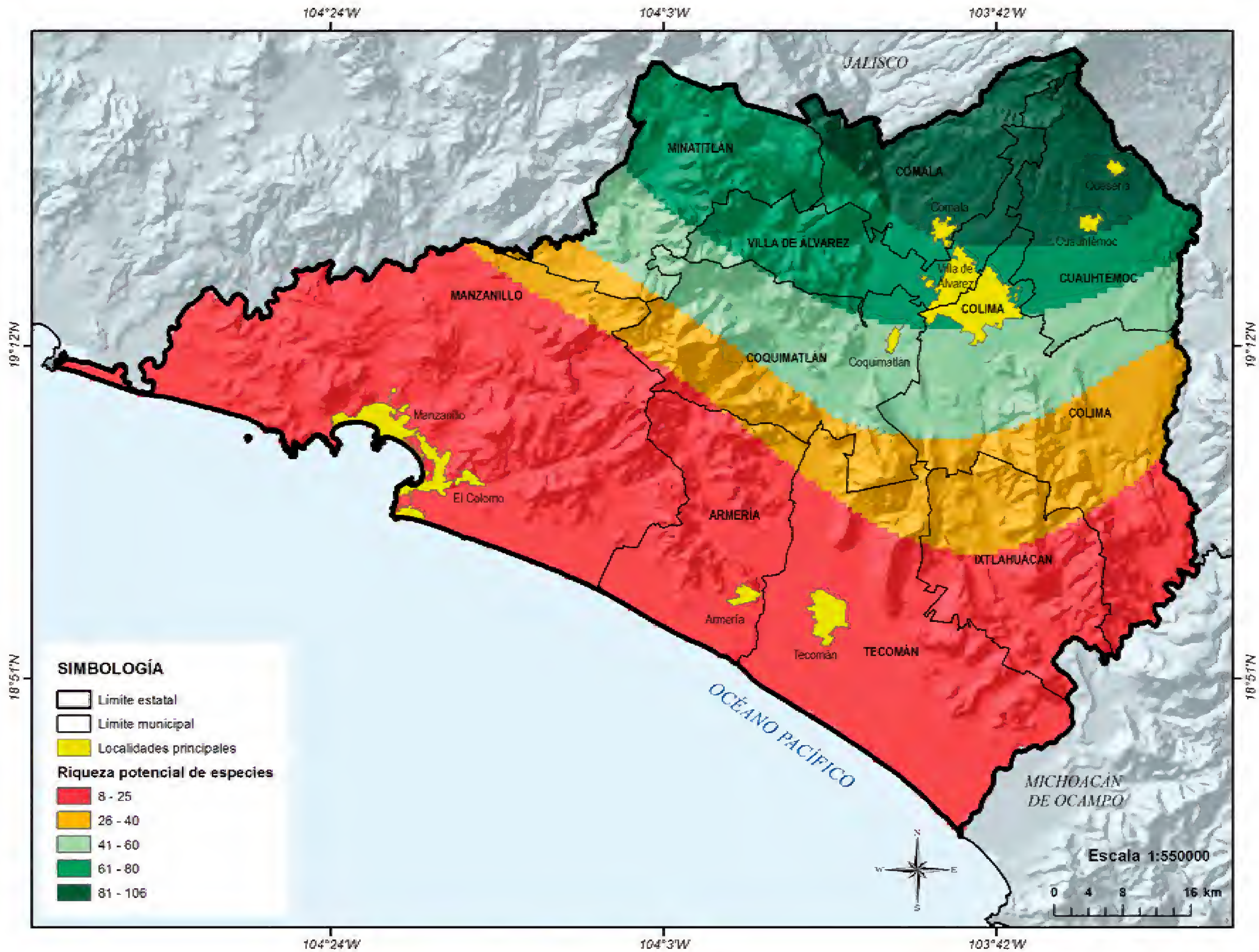



**Figura 3.** Riqueza potencial de especies de Asteraceae. El mapa se obtuvo con la información de la figura 2, aplicando el método de interpolación Kriging, utilizando ArcGis 9. Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, el hecho de que el modelo de estimación de la diversidad potencial a partir de la riqueza conocida (interpolación utilizando el método de Kriging, figura 3), evidencie la presencia de un gradiente de riqueza norte-sur, reduce el efecto atribuido al sesgo de la recolecta de datos.

Colima incluye administrativamente al archipiélago de las Revillagigedo. En éste, la isla Socorro es la más grande y florísticamente mejor conocida (Levin y Moran 1989). Allí se tienen registradas 17 especies de Asteraceae, cuyo recuento de especies se muestra en el cuadro 3, indicándose aquellas que son endémicas al archipiélago (seis especies).

A pesar de que Colima es relativamente pequeño (5 455 km$^2$), en su territorio se registran dos especies de Asteraceae conocidas solamente en ese territorio político (*Lepidaploa koelzii* y *Verbesina mickelii*), además de las seis especies endémicas del archipiélago de las Revillagigedo (cuadro 4).

Por otra parte, considerando las especies endémicas compartidas con los estados colindantes, Jalisco y Michoacán, la cifra se incrementa en seis especies adicionales y una variedad: dos conocidas solamente en Colima y Jalisco (*Montanoa laskowskii* y *Pectis exserta*), número que puede ascender a cuatro especies si se comprueba la presencia en Colima de *Bidens colimana* y *Stevia macvaughii*, reportada en regiones cercanas a Colima, pero dentro del estado de Jalisco; las otras cuatro especies y una variedad que extienden su área de distribución a Colima, Jalisco y Michoacán son *Flaveria robusta*, *Grindelia nelsonii*, *Otopappus koelzii*, *Verbesina furfuracea* y *Brickellia secundiflora* var. *monticola*. De igual manera, esta cifra podría incrementarse en dos especies si en un futuro se comprueba la presencia en Colima de *Alloispermum colimense* y *Critoniopsis baadii*, conocidas ahora en los estados colindantes. De modo curioso no se ha encontrado una especie que restrinja su distribución a Colima y Michoacán, debido probablemente al trabajo de exploración muy escaso en las porciones colindantes entre ambos estados.

El endemismo local en Colima (especies restringidas al estado y otros adyacentes) es realmente escaso, pues se registran sólo 46 especies de plantas vasculares. Sin embargo, un porcentaje importante de estos endemismos le corresponden a la familia Asteraceae, y la riqueza de espe-

**Cuadro 4.** Especies de Asteraceae conocidas de las islas Revillagigedo (Levin y Moran 1989).

| Especies |
|---|
| *Ageratina pichinchensis* |
| *Ambrosia confertiflora* |
| *Bahiopsis chenopodina* |
| **Bidens socorrensis* |
| *Blumea viscosa* |
| *Brickellia peninsularis* |
| **Coreocarpus insularis* |
| **Critoniopsis littoralis* |
| **Erigeron crenatus* |
| **Erigeron socorrensis* |
| *Gamochaeta sphacelata* |
| *Laennecia confusa* |
| *Perityle emoryi* |
| **Perityle socorrosensis* |
| *Pseudognaphalium attenuatum* |
| *Sonchus asper* |
| *Sonchus tenerrimus* |

* Especies endémicas del archipiélago.

cies de esta familia concuerda con el patrón de endemismos observado, con más de la mitad de las especies presentes (apéndice 1).

En el estado se conoce un alto porcentaje de especies (124 o 45.6%) a partir de muy pocas recolectas, restringiendo su área de distribución conocida a uno o dos de los cuadros en que se dividió el estado para su estudio (figura 1). Estas especies deberían ser evaluadas en un futuro cercano para determinar con precisión su nivel de rareza y el grado de amenaza que pudieran tener sus poblaciones. Por otra parte, las especies que muestran la distribución conocida más amplia en el estado son *Melampodium divaricatum* y *Pluchea carolinensis*, presentes en nueve cuadros; el taxón endémico de México más ampliamente distribuido en Colima es *Zinnia maritima* var. *palmeri*, presente en cinco cuadros. La única especie presente en el estado que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) es *Zinnia violacea*, en la categoría de amenazada.

## Conclusiones

El análisis de la riqueza de Asteraceae en Colima, conocida en la actualidad, sugiere que es necesario realizar más trabajo exploratorio, pues existen evidencias de que la lista de especies puede incrementarse sustancialmente con especies conocidas en los estados colindantes. También es necesario evaluar con más detalle si el esfuerzo de recolecta realizado en su porción norte no está influenciando los patrones de diversidad observados en el estado, o si el gradiente de diversidad norte-sur (más especies-menos especies), es un patrón de diversidad consistente para toda la flora vascular, considerando que Asteraceae ha comprobado su utilidad como sustituto de la diversidad total en la flora de México (Rzedowski 1991, Villaseñor *et al.* 2007).

No obstante su reducida extensión territorial, el estado todavía depara grandes sorpresas en su conocimiento florístico (no sólo para Asteraceae), por lo que se debe motivar y apoyar la continua exploración botánica de sus diferentes áreas. Dichas investigaciones permitirán conocer la verdadera riqueza florística que su territorio contiene y se podrán proponer eficientes estrategias para su conservación y aprovechamiento.

## Referencias


Funk, V.A. 1982. The systematics of Montanoa (Asteraceae, Heliantheae). *Memoirs of the New York Botanical Garden* 36:1-133.

Funk, V.A., A. Susanna, T.F. Stuessy, *et al.* 2009. *Systematics, evolution and biogeography of Compositae.* International Association for Plant Taxonomy. Viena, Austria.

Levin, G.A. y R. Moran. 1989. The vascular flora of isla Socorro, México. San Diego, California. *Soc. Nat. Hist. Mem.* 16:1-71.

Mcvaugh, R. 1984. Compositae. En: *Flora Novo-Galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western México*. Vol. 12. W.R. E. Anderson (ed.). The University of Michigan Press. Ann Arbor, Michigan.

Nesom, G.L. 1990. Studies in the systematics of Mexican and Texan *Grindelia* (Asteraceae: Astereae). *Phytologia* 68:303-332.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas-Guzmán y S.D. Koch. 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del arroyo de Agua Fría, municipio de Minatitlán, Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 84:24-72.

Redonda-Martínez, R. y J.L. Villaseñor-Ríos. 2009. Asteraceae, Tribu Vernonieae. En: *Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Departamento de Botánica, Instituto de Biología (IBUNAM). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

Rzedowski, J. 1972. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México III. Algunas tendencias en la distribución geográfica y ecológica de las Compositae mexicanas. *Ciencia (México)* 27:123-132.

——— . 1991. Diversidad y orígenes de la flora de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.

Rzedowski, J. y G. Calderón de Rzedowski. 2008. Familia Compositae, Tribu Heliantheae I (géneros *Acmella-Jefea*). En: *Flora del bajío y de regiones adyacentes*. Fascículo 157. Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Stevens, P.F. 2008. Angiosperm phylogeny website. En: <*http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/*>, última consulta: 28 de junio de 2010.

Strother, J.L. 1999. Compositae-Heliantheae s. l. En: *Flora de Chiapas*. Vol. 5. D.E. Breedlove (ed.). California Academy of Sciences. San Francisco, California.

Turner, B.L. 1997. Eupatorieae. The comps of Mexico: a systematic account of the family Asteraceae. *Phytologia Memoirs* 11(1):1-272.

Vázquez, J.A., R. Cuevas, T. Cochrane, *et al*. 1995. Flora de Manantlán. Plantas vasculares de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. SIDA, *Botanical Mycellany* 13:1-312.

Villaseñor, J.L., P. Maeda, J.A. Rosell, *et al*. 2007. Plant families as predictors of plant biodiversity in México. *Diversity and distributions* 13:871-876.

# Cactáceas
## (Cactaceae)

Hilda Julieta Arreola-Nava
Luis Guzmán-Hernández

## Descripción

Las cactáceas son una familia de plantas adaptadas a condiciones áridas que pueden disminuir al máximo la pérdida de agua. Éstas poseen tallos suculentos, lo cual les permite almacenar gran cantidad de agua, así como hojas modificadas en forma de espinas que evitan la evapotranspiración y defienden a la planta de sus depredadores. Las cactáceas se caracterizan por la presencia de areolas que son yemas de donde salen grupos de espinas y lana algodonosa, las cuales se encuentran sobre tubérculos o sobre las costillas de la planta. Las flores de esta familia son solitarias, bisexuales y con simetría radial a bilateral. Los tépalos y brácteas (equivalentes al caliz y la corola) son numerosos y están arreglados en series ordenadas en espiral, sin límites claros entre ellos, tienen estambres numerosos y el ovario se encuentra debajo de los tépalos (ínfero). El fruto es una baya jugosa o semiseca, y las semillas tienen un embrión recto o curvo con o sin endospermo. Las cactáceas pueden tener diferentes formas de vida como: árboles, arbustos, trepadoras, epífitas (viven sobre otra planta), geofitas (viven bajo el suelo) y como arbustillos perennes xerófitos (Barthlott y Hunt 1993).

## Diversidad y distribución

Las cactáceas se localizan principalmente en las regiones secas de América tropical, aunque se extienden desde la Columbia Británica y Alberta, en Canadá, hasta la Patagonia, en Argentina, en altitudes que van desde

Arreola-Nava, H.J. y L. Guzmán-Hernández. 2016. Cactáceas (Cactaceae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 209-213.

el nivel del mar hasta los 4500 metros (Anderson 2001). Se considera que la familia Cactaceae tiene, a nivel mundial, un total de 100 géneros y cerca de 1 500 especies. En México existen 669 especies agrupadas en 63 géneros (Guzmán *et al.* 2003) y es una de las seis familias mejor representadas de la flora fanerogámica de México, donde también constituye uno de los mayores endemismos registrados para América (Rzedowski 1991).

Debido a su extensión geográfica, fisiografía, suelo y clima, Colima no posee gran diversidad de cactáceas. Actualmente, no existe un inventario completo que documente la riqueza taxonómica de este grupo en Colima. En la bibliografía especializada se encuentran citas dispersas de especies del grupo para Colima (Bravo-Hollis 1978, Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada 1991), y más recientemente Guzmán *et al.* (2003) señalaron de manera general la presencia de las cactáceas mexicanas por entidad federativa.

Desde hace varios años la Universidad de Guadalajara ha realizado colectas de ejemplares botánicos en Colima, por su colindancia con Jalisco y porque una parte de su territorio está en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Dichos ejemplares están depositados en los herbarios del Instituto de Botánica (IBUG) y del Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (ZEA), ambos de la misma Universidad de Guadalajara.

En dicha reserva, Guzmán (1992) y Vázquez *et al.* (1995) registraron 24 especies de cactáceas, nueve de las cuales están presentes en localidades del estado.

Colima cuenta con 36 especies de cactáceas agrupadas en 16 géneros (apéndice 1) y representa 5.4% del total de taxa considerados por Guzmán *et al.* (2003) para México. Los géneros *Opuntia* (8 sp.), *Mammillaria* (5 sp.), *Stenocereus* (4 sp.) e *Hylocereus* (3 sp.), son los más diversificados. Se cuenta con cinco especies cultivadas, una que se distribuye hasta Honduras y 26 endémicas del país. Predominan las cactáceas neotropicales de tallos columnares, de portes arbustivos y arbóreos pertenecientes a las tribus Pachycereeae, Echinocereeae y Cereeae, así como a las especies epífitas de la tribu Hylocereeae. En menor proporción están presentes las cactáceas de tallos globosos pertenecientes a la tribu Cacteae, de la cual *Mammillaria* tiene varios taxa.

La afinidad florística que tiene Colima se manifiesta a través de géneros y especies propias de la provincia florística de la costa pacífica, como: *Pereskiopsis*, *Peniocereus*, *Acanthocereus*, *Stenocereus*, y como *Opuntia atropes*, *O. decumbens* y *Pachycereus pecten-aboriginum*, frecuentes también a lo largo de la costa. El género *Neobuxbaumia* tiene su límite de distribución al noroeste en Colima con *N. squamulosa* (Scheinvar y Sánchez-Mejorada 1990), la que anteriormente se confundió con *N. mezcalaensis*.

Se han registrado 29 especies distribuidas en los bosques tropicales caducifolio y subcaducifolio, un número relativamente alto debido a la gran proporción de superficie boscosa que estos tipos de vegetación ocupan en Colima. Además, se han documentado cinco especies de cactáceas en bosque de *Quercus* y dos más en el bosque mesófilo de montaña.

## Importancia

En nuestro país, desde las épocas prehispánica y colonial las cactáceas han desempeñado un papel muy importante para sus habitantes, por su valor alimenticio, medicinal, ritual, ornamental e industrial (Sánchez-Mejorada 1982, Pimienta 1999). Lo anterior está descrito en los relatos de los primeros conquistadores, en la obra publicada en 1535, *Historia general y natural de las Indias*, de Gonzalo Fernández de Oviedo Valdés, en donde se describen y señalan las cactáceas que causaron admiración y asombro a los descubridores y conquistadores de América (Bravo 1978). Actualmente, las cactáceas todavía constituyen una destacada fuente de alimentación, forraje y medicina, sobre todo para los pobladores de las zonas áridas y semiáridas de México (Arreola-Nava 1996).

Entre las especies que se utilizan en Colima destaca *Stenocereus queretaroensis,* cuyo fruto comestible es conocido como pitaya. De este cactus existen plantaciones comerciales a pequeña escala y también es frecuente encontrarlo en huertos familiares (Lemus-Juárez *et al.* 1993). Otra especie de pitaya cuyo fruto proviene de la recolección en poblaciones silvestres es *Stenocereus fricci.* Además, se encuentra *Stenocereus standleyi*, especie conocida como pitayita marismeña, que pese a ser una planta abundante y sus frutos comestibles no se recolecta con fines comerciales (Arreola-Nava 2006).

De los pocos nopales que crecen en climas tropicales, la tuna pescuezona (*Opuntia undulata)* es cultivada por sus frutos, eso en las regiones más secas del estado. *Opuntia ficus-indica* se cultiva en huertos y solares. *Nopalea cochenillifera* y *N. karwinskiana* también se cultivan como productoras de pencas tiernas, las cuales se consumen como verduras y son apreciadas como ornamentales por sus flores llamativas. Otras cactáceas ornamentales son la pitahaya (*Hylocereus undatus)* y la reina de la noche *(Epiphyllum oxypetallum)*, y es frecuente encontrarlas adornando jardines y huertos.

La madera de *Pachycereus pecten-aboriginum,* conocido como cardón, tradicionalmente se ha utilizado para hacer tapancos, techos y puertas, por su durabilidad y resistencia debidas a la gran cantidad de fibras en su xilema (Arias y Terrazas 2001); además, los tallos vivos de esta especie se utilizan como setos vivientes para delimitar los linderos de las propiedades.

## Amenazas y conservación

La principal amenaza de las cactáceas, en Colima es la destrucción de su hábitat por el cambio en el uso del suelo. De acuerdo a Hernández y Godínez (1994), Colima es el estado de la República Mexicana con una sola especie amenazada, presumiblemente se trata de *Melocactus curvispinus* var. *dawsonii,* llamado cactus melón de Jalisco, cuyas poblaciones son muy escasas, al igual que el número de individuos por población. En la NOM-059-SEMARNAT-2010 a esta especie se le señala bajo la categoría de amenazada. Otras especies listadas en dicha norma son *Ferocactus reppenhagenii, Mammillaria albilanata* subsp. *reppenhagenii, Opuntia excelsa, Peniocereus cuixmalensis* y *Selenicereus atropilosus,* anotadas en la categoría de sujetas a protección especial. Aunque todas ellas se distribuyen también en Jalisco sus poblaciones en Colima se han visto

reducidas principalmente por obras de infraestructura turística, construcción de carreteras y crecimiento urbano.

Por lo atractivo de sus tallos, la distribución de *Mammillaria albilanata* subsp. *reppenhagenii* y *Melocactus curvispinus* subsp. *dawsonii,* también ha disminuido por la sobrecolecta con fines comerciales o de afición; además, el tallo de esta última es colectado para consumirse confitado. Debido a las amenazas antes descritas hace falta determinar la distribución geográfica que tienen actualmente estas plantas y realizar estudios poblacionales para determinar su grado de amenaza y encaminar acciones locales para garantizar su conservación.

A causa de la gran popularidad que han despertado las cactáceas como plantas ornamentales en los últimos años, al sur de la ciudad de Colima se estableció un vivero especializado en la producción, a gran escala, de varias especies de cactáceas. Aunque muchas de estas plantas son exóticas, destaca también la producción de especies nativas como *Pereskiopsis aquosa* (tuna de agua) y *Melocactus curvispinus* var. *dawsonii.* Al parecer la oferta de especies cultivadas ha coadyuvado a disminuir la presión de colecta en sus poblaciones naturales.

La Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán contribuye como área natural protegida a la salvaguarda de varias especies propias de los bosques mesófilo de montaña y tropical caducifolio, como: *Ferocactus reppenhagenii, Heliocereus schrankii* var. *luzmariae, Epiphyllum anguliger, Hylocereus purpusii, H. ocamponis, Mammillaria albilanata* subsp. *reppenhagenii, Neobuxbaumia squamulosa, Nopalea karwinskiana, O. atropes* y *Isolatocereus dumortieri.* A pesar de lo anterior hace falta desarrollar estrategias para repoblar áreas que alguna vez fueron taladas, quemadas o saqueadas, y realizar campañas de educación ambiental que destaquen la importancia de las cacatáceas para el ecosistema y rescaten el conocimiento tradicional que se tiene de ellas.

## Referencias


Anderson, E. 2001. *The cactus family*. Timber Press. Oregón.

Arias, S. y T. Terrazas. 2001. Variación en la anatomía de la madera de *Pachycereus pecten-aboriginum* (Cactaceae). *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Bot.* 72:157-169.

Arreola-Nava, H.J. 1996. *Contribución al conocimiento de las cactáceas de los municipios de Lagos de Moreno y Ojuelos de Jalisco, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Los Reyes Iztacala, Estado de México.

———. 2006. *Sistemática filogenética del género Stenocereus (Cactaceae)*. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.

Barthlott, W. y D. Hunt. 1993. Cactaceae. En: *The families and genera of vascular plants*. K.J.G.R. Kubitzki y V. Bittrich (eds.). Springer-Verlag, Berlin-Heildelberg, Alemania, pp. 161-197.

Bravo-Hollis, H. 1978. *Las cactáceas de México*. Vol. I. UNAM. México.

Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. 1991. *Las cactáceas de México*. Vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

Guzmán, C.L.U., S. Arias y P. Dávila. 2003. *Catálogo de cactáceas mexicanas*. UNAM y Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Guzmán H.L. 1992. *Las cactáceas de la sierra de Manantlán, Jalisco*. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara (UDG), Zapopan, Jalisco.

Hernández, H.M. y H. Godínez. 1994. Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas. *Acta Botánica Mexicana* 26:33-52.

Lemus, S., M. Vergara, C. Bonilla, *et al.* 1993. *Las pitayas de Colima*. Universidad de Colima (UCOL). Dirección General de Publicaciones. México.

Pimienta, E. 1999. *El pitayo en Jalisco y especies afines en México*. UDG y Fundación PRODUCE Jalisco. Guadalajara, México.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.

Sánchez-Mejorada, H. 1982. *Algunos usos prehispánicos de las cactáceas entre los indígenas de México*. Secretaría de Agricultura. Gobierno del Estado de México. Toluca, México.

Scheinvar, L. y H. Sánchez-Mejorada. 1990. *Neobuxbaumia squamulosa* Scheinvar et Sánchez Mejorada sp. nov. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 35:13-18.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Vázquez J., A.R., G. Cuevas, T. Cochrane, *et al.* 1995. Flora de Manantlán. SIDA, *Botanical Miscellany* 13:333.

# Leguminosas
## (Leguminosae)

Jesús Jacqueline Reynoso-Dueñas

## Introducción

De manera tradicional a las leguminosas se les ha tratado como una gran familia y está conformada por tres subfamilias: Caesalpinioideae, Mimosoideae y Faboideae (Lawrence 1951, McVaugh 1987, Heywood 1993, Zomlefer 1994, Takhtajan 2009). En varios trabajos taxonómicos las consideran como tres familias del orden Fabales: Fabaceae, Caesalpiniaceae y Mimosaceae (Hutchinson 1973, Cronquist 1981, Woodland 2000). Por su parte, el Código Internacional de Nomenclatura Botánica menciona que tanto el nombre de Fabaceae como el de Leguminosae son válidos y que ambos son aceptados (Lewis *et al.* 2005).

## Diversidad

De las casi 280 mil especies de plantas con flores que hay en el mundo, las plantas de la familia Leguminosae o Fabaceae, junto con las orquídeas y asteráceas, representan los grupos vegetales de mayor diversidad. Se calcula que a nivel global existen de 17 mil a 18 mil especies de leguminosas comprendidas en 630 a 700 géneros (Lawrence 1951, Zomlefer 1994). En México crecen 1 724 especies de dicha familia (Rzedowski 1997, Sousa y Delgado 1993). En la región conocida como Nueva Galicia, donde se incluyen en su totalidad Jalisco y Colima y sólo parte de los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato y Michoacán, se registran 91 géneros con alrededor de 573 especies (McVaugh 1987). De Colima se enlistan 291 especies (36 variedades y siete subespecies),


Reynoso-Dueñas, J.J. 2016. Leguminosas (Leguminosae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 214-218.

correspondientes a 79 géneros (apéndice 1), los cuales fueron obtenidos a partir de revisiones bibliográficas y de ejemplares de herbario de diferentes colecciones botánicas, entre ellas: IBUG, GUADA y ZEA. Los géneros con mayor riqueza de especies se presentan en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Géneros de Leguminosae con mayor riqueza. Fuente: revisión de herbarios y literatura (Reynoso 2013).

| Géneros | Número de especies |
|---|---|
| *Desmodium* | 23 |
| *Senna* | 21 |
| *Mimosa* | 18 |
| *Acacia* | 12 |
| *Lonchocarpus* | 12 |
| *Crotalaria* | 12 |
| *Caesalpinia* | 11 |

De acuerdo con esta revisión, la riqueza de leguminosas es alta, ya que representa 52% de la que existe en Jalisco (578 especies), no obstante que la superficie de Colima (5 625 $km^2$) equivale sólo a 7.1% de la del estado de Jalisco, que cuenta con 78 599 $km^2$.

## Distribución y descripción

Las leguminosas se consideran cosmopolitas, ya que se desarrollan en zonas tropicales, subtropicales y templadas, crecen en varios tipos de bosques y sus características varían de una especie a otra. Se presentan desde hierbas anuales o perennes, arbustos, plantas trepadoras o árboles de diferente tamaño. Pueden o no tener espinas o estípulas grandes y llamativas o ser muy pequeñas. Las hojas persisten o se caen, tienen, ya sea una sola hoja, tres o un número mayor y en ocasiones son en forma de resorte. Casi todas sus flores contienen a los dos sexos y en ocasiones son muy atractivas. Presentan colores como el blanco, rosa, rojo, púrpura, amarillo, anaranjado y azul. Pueden ser únicas o exhibirse en racimos, panículas, espigas, umbelas o cabezuelas y son de forma redonda o alargada; el cáliz y la corola están compuestos por cinco partes cada uno y tienen 10 estambres, con variaciones ocasionales. Lo característico de este grupo de plantas es su fruto: una vaina mejor conocida como legumbre, la cual puede o no abrirse; es plana, redonda, inflada o de una gran variedad de formas y puede contener de una a numerosas semillas aplanadas o en forma de riñón.

## Importancia ecológica, económica y cultural

Algunas especies de leguminosas, aunque sean tratadas como malezas, aumentan la fertilidad del suelo, ya que las raíces de la mayoría de ellas se asocian con algunas bacterias y forman nódulos que fijan nitrógeno de la atmósfera al suelo. Por su parte, el tepame (*Acacia pennatula)* y el huizache (*Acacia farnesiana*), son especies que se ven favorecidas por la perturbación de la vegetación original y suelen crecer, como indicadores de disturbio, a las orillas de los caminos, en laderas o en terrenos llanos.

Tienen gran importancia económica en la industria, ya que de ellas se obtienen aceites, gomas, resinas, copales, drogas, taninos, colorantes y esencias. Destacan por su uso maderable y orna-

mental, como cercos vivos, y por sus frutos, hojas y raíces comestibles para el ser humano y los animales. Algunas plantas son de importancia nectarífera para la producción de miel, entre las que figuran el huizache, el mezquite y el palo dulce. En Colima se cultiva la especie *Caesalpinia coriaria*, cascalote, por sus compuestos activos empleados en la medicina naturista, además de ser de uso maderable. Del total de las especies sólo 16, entre silvestres e introducidas, se cultivan con fines diversos (apéndice 1).

Entre los árboles de leguminosas cuyas atractivas flores adornan avenidas, parques urbanos y caminos vecinales, destacan dos especies introducidas: el tabachín o framboyán (*Delonix regia*) y la lluvia de oro o cañafístula (*Cassia fistula*). Entre las especies con tallas y copas más majestuosas y cuyas vainas son comestibles sobresalen: la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y el tamarindo (*Tamarindus indica*), el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), el mezquite (*Prosopis leavigata*), el guaje (*Leucaena esculenta*) y el jinicuil (*Inga vera*).

## Situación y estado de conservación

Algunas especies de Leguminosae se han colectado sólo de una localidad y en la mayoría de ellas su población cuenta con escasos individuos. Además, en las colecciones de herbario están representadas por pocos ejemplares. Debido a esos criterios se les ha definido con distribución restringida en el estado (cuadro 2). Algunas especies están resguardadas en áreas naturales protegidas, no obstante, en la mayor parte del estado se carece de reglamentos que procuren su conservación o regulen la extracción total del individuo o de los subproductos derivados de éstos.

**Cuadro 2.** Especies de Leguminosae con distribución restringida. Fuente: revisión de herbarios y literatura, y Reynoso 2013.

| Nombre científico | Nombre común |
|---|---|
| *Acaciella chamelensis* | No se registra de la zona |
| *Acaciella igualensis* | No se registra de la zona |
| *Aeschynomene americana* | No se registra de la zona |
| *Bauhinia cookie* | Pisada de res, pata de vaca |
| *Bauhinia gypsicola* | Pisada de res, pata de vaca |
| *Calliandra laevis* | Pelos de ángel |
| *Desmodium affine* | No se registra de la zona |
| *Desmodium ambiguum* | No se registra de la zona |
| *Erythrina breviflora* | Colorín |
| *Inga colimana* | Jinicuil, jaquinicuil, juaquinicuil |
| *Mimosa arenosa* | No se registra de la zona |
| *Tephrosia rhodanta* | No se registra de la zona |

En la lista roja de especies amenazadas, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Walter y Gillett 1998), sólo se encontró a *Tephrosia major* considerada en la categoría de rara.

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 se señalan cuatro especies con algún estatus de conservación y todas son anotadas como no endémicas (cuadro 3).

## Principales amenazas

Para este grupo de plantas, así como para el resto de la flora, la principal amenaza es y ha sido siempre el cambio de uso del suelo; la construcción de caminos, expansión de la infraestructura urbana y hotelera, y el aprovechamiento agropecuario y forestal, entre otros.

Si a lo anterior se le añaden los incendios, la tala clandestina y la infestación por muérdago, el impacto negativo al ambiente se vuelve más severo y en la mayoría de los casos irreversible. El resultado es la fragmentación del área con la consecuente reducción de hábitats, lo que contribuye a la disminución o pérdida de diversidad biológica.

## Conclusiones

Con base en la revisión de ejemplares botánicos en diferentes colecciones de herbario, consulta de literatura especializada y trabajo de campo, se concluye que en Colima: *a)* a las leguminosas se les considera de irrefutable importancia ecológica, económica y cultural, *b)* constituyen una de las familias botánicas más representadas en las áreas naturales de Colima, *c)* es necesario encauzar más y mejores esfuerzos para lograr el estudio de estas plantas en todos los aspectos posibles, *d)* es urgente que el Estado implemente y ejecute acciones para lograr la conservación efectiva de las especies de esta familia y de la flora en general, *e)* en Colima sigue sin documentarse el uso de más de 90% de las especies de leguminosas registradas, además, un gran número de ellas sólo se conocen en la literatura o están depositadas en las colecciones de herbario, situación que de manera lamentable prevalece en la mayoría de los estados del país.

Por otra parte, hay que considerar que es muy probable que el incremento de áreas naturales protegidas propicie la conservación de algunas especies de leguminosas amenazadas. Asimismo, la aplicación efectiva de un reglamento que regule el cambio de uso de suelo contribuiría a la conservación de leguminosas y, en general,

**Cuadro 3.** Especies de Leguminosae señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (P = peligro de extinción; A = amenazada). Fuente: SEMARNAT 2010.

| Nombre científico | Categoría | Distribución |
|---|---|---|
| *Dalbergia congestiflora* | P | no endémica |
| *Dalbergia granadillo* | P | no endémica |
| *Erythrina coralloides* | A | no endémica |
| *Platymiscium lasiocarpum* | P | no endémica |

de todas las familias vegetales. Finalmente, la reforestación con especies nativas en áreas naturales y en espacios de uso público es otra acción fundamental para el conocimiento y la conservación de las plantas nativas.

## Referencias


Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. Nueva York.

Heywood, V.H. 1993. *Flowering plants of the world*. Universidad de Oxford. Nueva York.

Hutchinson, J. 1973. *The families of flowering plants*. 3a. ed. Oxford: Clarendon Press. Nueva York.

Lawrence, G.H.M. 1951. *Taxonomy of vascular plants*. MacMillan. Nueva York.

Lewis, G., B. Schrire, B. Mackinder, *et al.* 2005. *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, Kew, Londres.

Mcvaugh, R. 1987. Leguminosae. En: *Flora Novogaliciana*. Vol. 5. The University of Michigan Press. Ann Arbor, Michigan.

Rzedowski, J. y G. Calderón. 1997. *Flora del bajío y de regiones adyacentes: Familia Leguminosae, Subfamilia Caesalpinioideae*. Instituto de Ecología A.C. México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sousa, M. y A. Delgado S. 1993. Mexican Leguminosae: phytogeography, endemism, and origins. En: *Biological diversity of Mexico: origins and aistribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds.). Oxford University Press, Nueva York, pp. 459-513.

Takhtajan, A. 2009. *Flowering Plants*. Springer Verlag. Berlin.

Walter, S. y H. Gillett. 1998. *UICN Red List of Threatened Plants*. Compilado por The World Conservation Union, Gland, Switzerland y Cambridge. Reino Unido.

Woodland, D.W. 2000. *Contemporary plant systematics*. Andrews Univ. Press, Berrian Springs, MI.

Zomlefer, W. 1994. *Guide to Flowering Plant Families*. Universidad de North Carolina Press. Chapel Hill.

# Estudio ecológico-silvícola de los encinos en el noroeste de Colima (*Quercus*)

Miguel Olvera-Vargas
Blanca Lorena Figueroa-Rangel

## Introducción

Los árboles y arbustos del género *Quercus* (familia Fagaceae), son conocidos en el mundo con diferentes denominaciones, tales como encino, roble, *oak* (inglés), *chêne* (francés), etc. En México los encinos son elementos dominantes en un gran número de ecosistemas, incluyendo matorrales, selvas secas y bosques montanos (bosque de pino, pino-encino y bosque mesófilo de montaña). La riqueza biológica asociada a los encinares mexicanos es impresionante, tanto en animales como en plantas; desafortunadamente el inadecuado aprovechamiento de los encinos en México ha conducido a la degradación y fragmentación de estos ecosistemas, amenazando su biodiversidad (González-Espinosa *et al.* 2006, Luna-Vega *et al.* 2006, Meave *et al.* 2006).

El noroeste del estado cuenta con una notable diversidad de encinos que es aprovechada por la población local para diferentes usos, principalmente el maderable. Debido a lo anterior, en 1991 el Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad de la Universidad de Guadalajara inició el proyecto de investigación, Silvicultura y ecología de la regeneración de encinos, en la región de Cerro Grande, Colima. Los resultados de este proyecto han permitido caracterizar la dinámica ecológica de estos ecosistemas (Olvera-Vargas y Moreno Gómez 1992, Olvera-Vargas y Figueroa-Rangel 1998, Jiménez Carmona 2001, Olvera-Vargas 2007, Olvera-Vargas *et al.* 2010), con énfasis en el conocimiento de la variación espacio-temporal de su estructura (Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas 2000b, Olvera-Vargas *et al.* 2006, Olvera-Vargas 2007), la

Olvera-Vargas, M. y B.L. Figueroa-Rangel. 2016. Estudio ecológico-silvícola de los encinos en el noroeste de Colima *(Quercus)*. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 219-228.

identificación de los factores ambientales que determinan su regeneración y composición florística (Figueroa-Rangel 1995, Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas 2000a, Olvera-Vargas *et al.* 2010), y se han propuesto métodos de aprovechamiento bajo diferentes escenarios de manejo (Olvera-Vargas y Figueroa-Rangel 1999, Olvera-Vargas 2007).

En esta contribución se dan a conocer algunos de esos resultados, así como las principales amenazas para la conservación de ese grupo botánico y recomendaciones para su manejo.

El estudio se llevó a cabo en la región de Cerro Grande, en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, localizada al noroeste de la ciudad de Colima, aproximadamente a 25 km de Villa de Álvarez. Cerro Grande es un domo volcánico calcáreo que presenta gran variedad de ecosistemas, entre los que destacan el bosque mesófilo de montaña, el bosque de encino y el bosque tropical caducifolio (Vázquez-García *et al.* 1995). La zona se caracteriza por tener alta heterogeneidad de microhábitats, desde cañadas de extrema humedad hasta laderas secas, con pendientes que varían de 10 a 60% y altitudes de 430 a 2 459 msnm.

A lo largo de los últimos 21 años de estudios ecológico-silvícolas efectuados en esta región, se han establecido y censado 105 sitios permanentes de investigación ecológico-silvícola. De esta manera la zona de estudio cuenta con un detallado historial de muestreo y análisis de la información que incluye variables relacionadas con la vegetación, la fisiografía, el suelo y señales de perturbaciones antropogénicas (Olvera-Vargas *et al.* 1996).

## Descripción

Los encinos presentan formas de vida muy variadas en función de la especie y las condiciones ambientales donde crecen. Se les puede observar creciendo en forma arbustiva con alturas de 60 cm, hasta árboles de gran talla superando los 35 m de altura y diámetros mayores a 150 cm. La característica morfológica que identifica a los encinos es su fruto, llamado bellota; sin embargo, existe una gran variabilidad en la forma, venación y tamaño de las hojas, presentando formas obovadas, orbiculares, elípticas, ovales y hasta lanceoladas, así como la disposición marginal de las hojas que también es variable. La mayoría de los encinos manifiestan gran plasticidad, de tal manera que una misma especie puede mostrar gran variación en su arquitectura foliar.

Los encinos se encuentran extensamente distribuidos a lo largo de las zonas montañosas del hemisferio norte y llegan a constituir uno de los grupos botánicos más abundantes y diversos de la familia de las fagáceas (Rzedowski 1986). Se estima que existen alrededor de 450 especies del género *Quercus* en todo el mundo, y dada su amplia distribución geográfica, diversidad de especies y las asociaciones forestales que integran, son elementos que cumplen una función ecosistémica muy importante. En México se han reportado 179 especies (Valencia y Flores-Franco 2006).

## Diversidad

Para el estado se tienen registradas 24 especies de encinos (Padilla-Velarde *et al.* 2006, 2008, apéndice 1). Esto representa una alta diversidad

de especies para el género, considerando que Colima es uno de los estados más pequeños del país (0.3 % del total de la superficie nacional). Los bosques de encino en Colima ocupan el tercer lugar de los ecosistemas con mayor número de especies de árboles (104) y de especies exclusivas (24), es decir, especies cuya presencia está limitada a los hábitats con encinos y que no se les encuentra en ninguna otra región (Padilla-Velarde *et al.* 2006).

Para el noroeste de Colima, de manera particular para la región de Cerro Grande, se han identificado nueve especies de encino (cuadro 1), de las cuales se ha descrito su fenología, patrones de regeneración, características estructurales, asociaciones con otras especies y entorno ambiental (cuadros 1, 2 y 3). Las especies de *Quercus* en la región de Cerro Grande de modo general coexisten con otras especies, como elementos dominantes del dosel, dentro de un gradiente de diferentes condiciones ambientales (cuadro 3), como ocurre en ecosistemas similares de otras regiones del mundo (Collins y Battaglia 2002, Hofer *et al.* 2004, Norden *et al.* 2007, Wilson 2011).

## Fenología

De acuerdo con los resultados obtenidos en estudios fenológicos, cuatro especies de encino (*Quercus candicans, Q. crassipes, Q. castanea* y *Q. rugosa*), de las nueve localizadas en Cerro Grande, son caducifolias (pierden sus hojas en la temporada seca) y su periodo de floración ocurre entre enero y mayo (cuadro 2). *Q. candicans* y *Q. rugosa* fructifican en la temporada de lluvias, mientras que *Q. castanea* lo hace en la época seca (cuadro 2). No todas las especies producen frutos anualmente y sin embargo presentan una sincronía en la fructificación (Olvera-Vargas *et al.* 1997). Este fenómeno de sincronía fenológica se ha observado también en otras latitudes, tanto para encinos como para otras especies forestales, sugiriendo que se da principalmente como respuesta a factores

**Cuadro 1.** Características estructurales de las especies de encino en el noroeste de Colima. Fuente: elaboración propia.

| Especie | Abundancia (árboles/ha) | Diámetro (cm) | Altura (m) | Incremento diamétrico medio anual (cm) |
|---|---|---|---|---|
| *Quercus excelsa** | 20 | 15±3.3 | 13±1.3 | 0.67 |
| *Q. candicans* | 20 | 32.3±3.7 | 20.5±2.3 | 0.53 |
| *Q. castanea* | 43 | 23.6±2.1 | 14.3±1.7 | 0.41 |
| *Q. crassipes* | 173 | 20.4±0.8 | 16.2±0.8 | 0.30 |
| *Q. gentryi* | 3 | 15.4±7.4 | 12.7±4.1 | 0.34 |
| *Q. laurina* | 64 | 19.8±1.4 | 16.2±0.9 | 0.66 |
| *Q. obtusata* | 2 | 18.4±4.3 | 11.2±1.9 | 0.51 |
| *Q. rugosa* | 16 | 32.9±4.5 | 21.9±2.3 | 0.39 |
| *Q. scytophylla* | 9 | 21.5±4.5 | 17.3±2.3 | 0.35 |

* *Q. leiophylla,* sinónimo válido para Catálogo de Autoridades Taxonómicas (CAT).

Cuadro 2. Características fenológicas y de regeneración de las especies de encino en el noroeste de Colima. Juveniles corresponden a individuos < 5 cm DN y > 1.30 m de altura. Plántulas son individuos < 1.30 m de altura. La apertura del dosel se estimó mediante fotografías hemisféricas. • indica ausencia de información. Fuente: elaboración propia.

| Especie | Floración | Foliación | Fructificación | Juveniles/ ha | Plántulas/ ha | Promedio de apertura del dosel (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Quercus excelsa* | • | • | • | 78 | 155 | • |
| *Q. candicans* | enero-marzo | marzo-enero | abril-diciembre | 4 | 1000 | 6.41 |
| *Q. castanea* | marzo-mayo | marzo-enero | octubre-febrero | 22 | 833 | 13.00 |
| *Q. crassipes* | abril | mayo-marzo | • | 30 | 3607 | 8.16 |
| *Q. gentryi* | • | • | • | • | • | • |
| *Q. laurina* | • | • | • | 230 | 1142 | 2.90 |
| *Q. obtusata* | • | • | • | • | • | • |
| *Q. rugosa* | marzo-mayo | abril-febrero | abril-diciembre | 4 | 83 | 6.20 |
| *Q. scytophylla* | • | • | • | 52 | 369 | • |

climáticos, así como para aminorar el efecto de la depredación de semillas por aves y pequeños mamíferos, de tal manera que se asegure su establecimiento durante las etapas de regeneración (Liebhold *et al*. 2004, Fenner 2005, Lamontagne y Boutin 2007, Lusk *et al*. 2007).

## Dinámica del sotobosque

El sotobosque de los encinares en el noroeste de Colima se compone de 72 especies de herbáceas y plántulas de especies arbóreas. Las familias de herbáceas con mayor número de géneros son Asteraceae, Fabaceae y Labiatae, mientras que las especies más frecuentes dentro de esta forma biológica son *Festuca breviglumis, Solanum* sp., *Celastrus pringlei, Penstemon roseus, Scutellaria caerulea* y *Symphoricarpos microphyllus* (Jiménez Carmona 2001). Con respecto a las plántulas de especies arbóreas presentes en el sotobosque se han encontrado 26 especies, de las cuales el género *Quercus* presentó la mayor abundancia, aunque a nivel de especie las más frecuentes son *Garrya laurifolia, Prunus serotina, Styrax argenteus* y *Ternstroemia lineata* (Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas 2000b).

La transición de plántula al estadio juvenil es una de las etapas más críticas para el mantenimiento de las comunidades arbóreas, tanto en bosques templados como tropicales (Burslem *et al*. 2000, Nebel *et al*. 2001, Cuevas 2002, Harcombe *et al*. 2002). Con relación a los encinos, la regeneración natural ocurre en función de las condiciones físicas y ambientales del sitio, como la fisiografía, las características del suelo, la composición de especies del dosel, la calidad de la luz y el pastoreo (Danner y Knapp 2001, Gómez-Aparicio *et al*. 2008). Específicamente

**Cuadro 3.** Las zonas de encino en el noroeste de Colima de acuerdo a la composición florística y algunas características ambientales. Fuente: elaboración propia.

| Zona | Descripción | Especies |
|---|---|---|
| Zona xérica | Sitios de menor humedad, altitudes mayores (2300 ± 12.8), pendientes moderadas (< 30%). | *Alnus jorullensis* subsp. *lutea*, *Pinus douglasiana*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *Prunus serotina* subsp. *capuli*, *Quercus crassipes*, *Xylosma flexuosum*. |
| Zona mésica | Sitios de mayor humedad, altitudes intermedias (2235 ± 21.5), pendientes abruptas (> 30%). | *Arbutus xalapensis*, *Buddleja parviflora, Carpinus tropicalis, Clethra fragrans, Comarostaphylis discolor* subsp. *discolor, Cornus excelsa*, *Crataegus pubescens*, *Dendropanax arboreus*, *Fraxinus uhdei*, *Garrya laurifolia*, *Ilex tolucana*, *Lippia umbellata*, *Oreopanax xalapensis*, *Ostrya virginiana*, *Persea hintonii*, *Quercus excelsa*, *Q. candicans*, *Q. gentryi*, *Q. laurina*, *Q. scytophylla*, *Styrax ramirezii*, *Symplocos citrea*, *Tilia americana* var. *mexicana*, *Zinowewia concinna* |
| Zona de transición | Sitios de humedad intermedia, altitudes menores (2164 ± 42.5), pendientes abruptas (> 30%). | *Acacia farnesiana*, *Crataegus pubescens*, *Quercus castanea*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa*, *Ternstroemia lineata* subsp. *lineata, Viburnum hartwegii* |

los estudios sobre regeneración de los encinos del noroeste de Colima (Figueroa-Rangel 1995, Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas 2000a) indican que la coexistencia de diferentes especies de encino en el sotobosque es resultado de una distribución en parches con micrositios de aperturas de dosel donde la disponibilidad de luz es heterogénea (cuadro 2).

La intensidad del pastoreo afecta de manera negativa la regeneración de los encinos. Debido a que en las áreas de aprovechamiento forestal no se controla el pastoreo del ganado doméstico, el establecimiento de encinos es lento e irregular y puede verse afectado de forma severa. Aunado a esto, la disponibilidad de agua es un factor fundamental en el comportamiento de la regeneración, ya que durante la época de lluvias el ganado es muy selectivo y consume mayormente pasto, así como algunas especies herbáceas, mientras que durante el estiaje el ganado tiende a ser generalista, consumiendo incluso plántulas de encino que se encuentran a su alrededor.

## Zonación de encinos y su relación con el ambiente

Los encinos en la región de Cerro Grande se pueden encontrar en rodales densos de una sola

especie (monoespecíficos), como individuos aislados o entremezclados con otras especies latifoliadas. Considerando la composición de especies asociadas a los encinos se pueden diferenciar tres zonas (Olvera-Vargas y Figueroa-Rangel 2000) con evidentes divergencias florísticas (cuadro 3): la primera está dominada por *Quercus crassipes* y se localiza en las regiones más xéricas (secas) del área de estudio, siendo generalmente pobre en especies; la segunda, localizada en zonas asociadas al bosque mesófilo de montaña es más rica en especies que la anterior y se localiza en regiones mésicas (húmedas); la tercera zona es una mezcla de las dos primeras y se denomina zona de transición. La diferencia florística entre estas zonas se encuentra asociada principalmente a la heterogeneidad del hábitat, en particular la altitud, madurez del dosel y posición fisiográfica del sitio (Olvera-Vargas *et al.* 2010).

## Cambios en el tiempo

La dinámica temporal de los bosques dominados por encinos, en el noroeste de Colima, está dada principalmente por cambios estructurales (densidad, diámetro, altura, mortalidad e incorporación), mientras que los cambios en composición florística han sido mínimos a lo largo de 21 años de estudio.

Como se mencionó antes, los cambios espaciales en la composición de especies están asociados a las condiciones fisiográficas y ambientales; las zonas xéricas, en contraste con la zonas mésicas, presentan una baja riqueza florística y su fisiografía es homogénea (figura 1); sin embargo, al agregar la escala temporal podemos encontrar que, si no se presentan perturbaciones naturales o antropogénicas, las zonas xéricas podrían convertirse en zonas de transición y de manera eventual en zonas mésicas (figura 1).

En relación a la mortalidad e incorporación de nuevos individuos de encinos, sólo *Q. rugosa* presentó un balance entre el número de individuos que mueren y los que se incorporan al dosel. El resto de las especies de encinos presentó mayor mortalidad (principalmente individuos con diámetros entre 5-10 cm) que incorporaciones, aunque no se encontró dependencia entre las especies y la categoría diamétrica. La alta correlación de los patrones de mortalidad con el tamaño diamétrico se ha reportado en otros estudios (Davies 2001, Lorimer *et al.* 2001, Chen *et al.* 2008) y se atribuye principalmente a la competencia asimétrica (desigual) entre los individuos.

El incremento diamétrico medio anual fue muy bajo para todas las especies de encinos de la región. El mayor incremento se dio en *Q. excelsa* y *Q. laurina*, que están presentes en zonas mésicas, mientras que *Q. crassipes*, asociado a zonas xéricas, presentó los valores más bajos (cuadro 1).

## Lecciones de conservación y manejo

La información generada durante los últimos 21 años de estudios ecológico-silvícolas ha permitido conocer los patrones de distribución espacio-temporal. A partir de estos estudios se ha identificado que las principales amenazas para la conservación de los encinos en esta región son el pastoreo excesivo, los desmontes para establecer

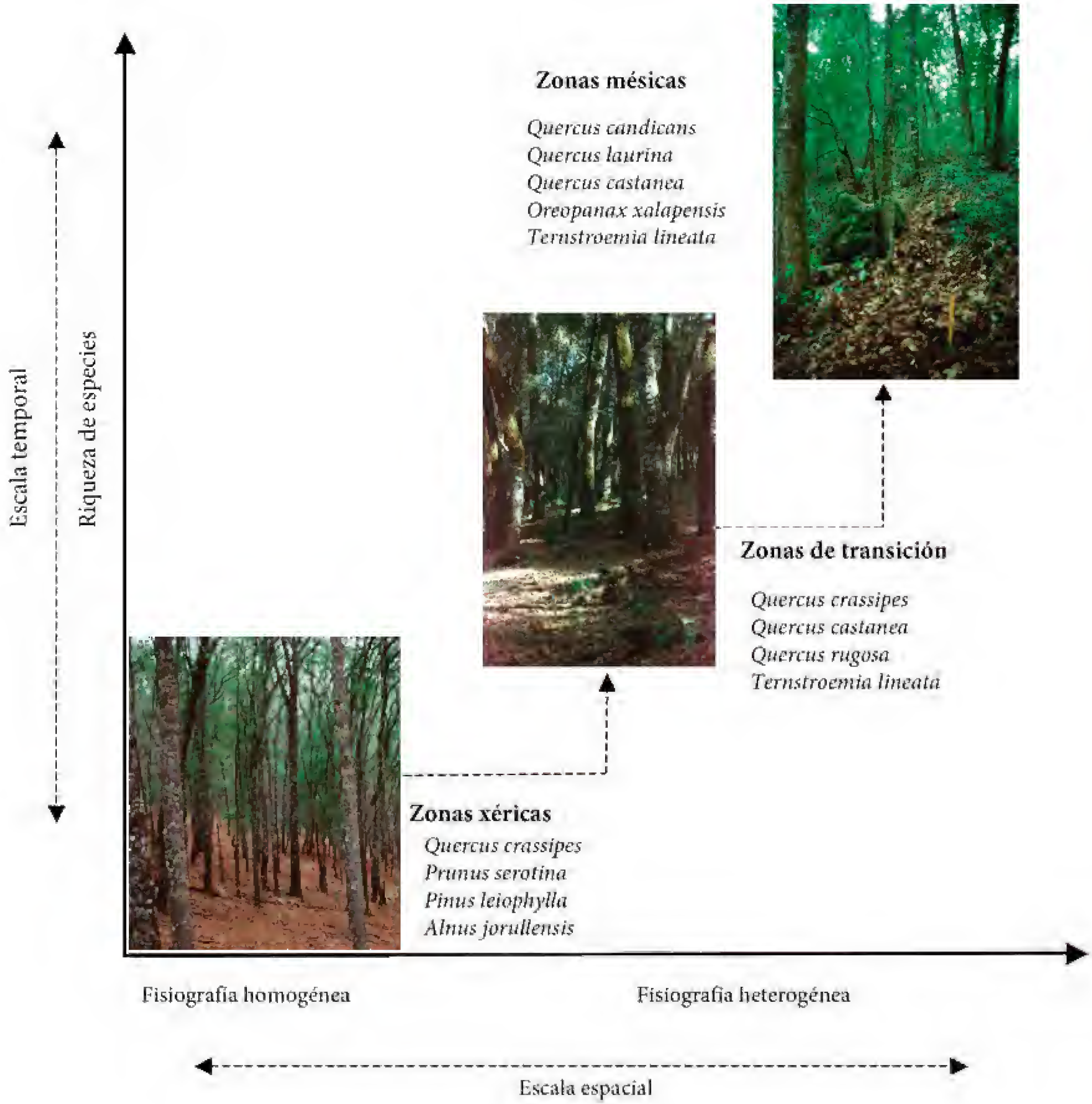



**Figura 1.** Zonas florísticas en bosques de encino, en el noroeste de Colima, a lo largo de escalas espacio-temporales. Las flechas indican transiciones entre las zonas. Fuente: elaboración propia.

cultivos agrícolas y la extracción maderable sin un esquema de manejo técnico.

Dada la alta diversidad de encinos en esta región, y la gran heterogeneidad de hábitat, es necesario efectuar acciones particulares de conservación y manejo para estos ecosistemas forestales. En este sentido se proponen las siguientes acciones de manejo silvícola en función de dos de las tres zonas reportadas, ya que la zona de transición es una mezcla de ambas:

Para la zona xérica se recomienda la aplicación de cortas de protección donde se eliminen los árboles dañados o muy maduros, con la finalidad de liberar espacios que permitan el desarro-

llo de árboles jóvenes y vigorosos; con esta acción se controla la apertura del dosel creándose condiciones favorables para la regeneración de los encinos. Después de efectuado el aprovechamiento forestal, la regeneración de los encinos dependerá del adecuado suministro de semilla que provean los árboles maduros con diámetros promedio de 30-35 cm (Moreno Gómez *et al.* 1995), así como del potencial de rebrote de la raíz o del tocón de los árboles aprovechados. Para la zona mésica, debido a la escasa regeneración de encinos en el área, su lento crecimiento en diámetro y por estar localizada en la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, se recomienda que estos sitios queden bajo un estricto esquema de conservación, es decir, la completa exclusión de actividades agrícolas, ganaderas y forestales.

## Referencias


Burslem D., F.R.P., T.C. Whitmore y G.C. Brown. 2000. Short-term effects of cyclone impact and long-term recovery of tropical rain forest on Kolombangara, Solomon Islands. *Journal of Ecology* 88:1063-1078.

Chen H., Y.H., S. Fu, R.A Monserud, *et al.* 2008. Relative size and stand age determine *Pinus banksiana* mortality. *Forest Ecology and Management* 255:3980-3984.

Collins, B.S. y L.L. Battaglia. 2002. Microenvironmental heterogeneity and *Quercus michauxxi* regeneration in experimental gaps. *Forest Ecology and Management* 155:279-290.

Cuevas, J.G. 2002. Episodic regeneration at the *Nothofagus pumilio* alpine timberline in Tierra del Fuego, Chile. *Journal of Ecology* 90:52-60.

Danner, B.T. y A.K. Knapp. 2001. Growth dynamics of oak seedlings (*Quercus macrocarpa* Michx. and *Quercus muhlenbergii* Engelm.) from gallery forests: implications for forest expansion into grasslands. *Trees-Structure and Function* 15:271-277.

Davies, S.J. 2001. Tree mortality and growth in 11 sympatric Macaranga species in Borneo. *Ecology* 82:920-932.

Fenner, M. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press. Cambridge. Reino Unido.

Figueroa-Rangel, B.L. 1995. *Ecology of mixed-oak forests in Cerro Grande, Sierra de Manantlán, México*. Tesis de maestría. Departamento Forestal, Universidad de Agricultura Wageningen, Países Bajos.

Figueroa-Rangel, B.L. y M. Olvera Vargas. 2000a. Regeneration patterns in relation to canopy species composition and site variables in mixed-oak forests in the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, Mexico. *Ecological Research* 15:249-261.

———. 2000b. Dinámica de la composición de especies en bosques dominados por *Quercus crassipes* H. et B. en Cerro Grande, Sierra de Manantlán, México. *Agrociencia* 34:91-98.

Gómez-Aparicio, L., I.M. Pérez-Ramos, I. Mendoza, *et al.* 2008. Oak seedling survival and growth along resource gradients in Mediterranean forests: implications for regeneration in current and future environmental scenarios. *Oikos* 117:1683-1699.

González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial y L. Galindo-Jaimes. 2006. Secondary succession in montane pine-oak forests of Chiapas, Mexico. En: *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*. M. Kappelle. Springer-Verlag Heidelberg, Berlin, pp. 209-221.

Harcombe, P.A., C.J. Bill, M. Fulton, *et al.* 2002. Stand dynamics over 18 years in a southern mixed hardwood forest, Texas, Estados Unidos de América. *Journal of Ecology* 90:947-957.

Hofer, U., L.F. Bersier y D. Borcard. 2004. Relating niche and spatial overlap at the community level. *Oikos* 106:366-376.

Jiménez Carmona, E. 2001. *Estudio de las comunidades del sotobosque de bosques de encino (Quercus, Fagaceae) en Cerro Grande (Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México).* Tesis de licenciatura. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Córdoba, España.

Lamontagne, J. y S. Boutin. 2007. Local-scale synchrony and variability in mast seed production patterns of *Picea glauca*. *Journal of Ecology* 95:991-1000.

Liebhold, A.M., V. Sork, M. Peltonen, *et al.* 2004. Within-population spatial synchrony in mast seeding of North American oaks. *Oikos* 104:156-164.

Lorimer, C.G., S.E. Dahir y E.V. Nordheim. 2001. Tree mortality rates and longevity in mature and old-growth hemlock-hardwood forests. *Journal of Ecology* 89:960-971.

Luna-Vega, I., O. Alcántara-Ayala, C.A. Ruiz-Jiménez, *et al.* 2006. Composition and structure of humid montane oak forests at different sites in central and eastern Mexico. En: *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests*. Kappelle, M. (ed.). Springer-Verlag Heidelberg, Berlin, pp. 101-112.

Lusk, J.J., R.K. Swihart y J.R. Goheen. 2007. Correlates of interspecific synchrony and interannual variation in seed production by deciduous trees. *Forest Ecology and Management* 242:656-670.

Meave, J.A., A. Rincón y M.A. Romero-Romero. 2006. Oak forests of the hyper-humid region of La Chinantla, northern Oaxaca, México. En: *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests.* Kappelle, M. (ed.). Springer-Verlag Heidelberg, Berlin, pp. 113-125.

Moreno Gómez, S., M. Olvera Vargas y B.L. Figueroa Rangel. 1995. Sistemas silvícolas para los encinares en Cerro Grande, Sierra de Manantlán. En: *III Seminario Nacional sobre Utilización de Encinos*. J. Marroquín (ed.). Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), México, pp. 301-319.

Nebel, G., L.P. Kvist, J.K. Vanclay, *et al.* 2001. Forest dynamics in flood plain forests in the Peruvian Amazon: effects of disturbance and implications for management. *Forest Ecology and Management* 150:79-92.

Norden, N., J. Chave, A. Caubère, *et al.* 2007. Is temporal variation of seedling communities determined by environment or by seed arrival? A test in a neotropical forest. *Journal of Ecology* 95:507-516.

Olvera Vargas, M. 2007. *Spatio-temporal dynamics of Neotropical high-altitude mixed-oak forest in Western México*. Tesis de doctorado. Instituto Forestal de Oxford, Universidad de Oxford, Oxford, Reino Unido.

Olvera Vargas, M. y B.L. Figueroa-Rangel. 1998. Ecology and silviculture of oak and mixed-oak forests in the Sierra de Manantlán, México: seeking for a sustainable forest management in a biosphere reserve. En: *Proccedings of a conference held at Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica.

———. 1999. Plan de Manejo Forestal para bosques dominados por encino (*Quercus*. Fagaceae) en la Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México: Descripción de los Patrones de Respuesta al Medio Físico y Biológico. Informe final resultado de proyecto CONABIO, *L015*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

———. 2000. Zonation and management of mountain forests in the sierra de Manantlán, México. En: *Zonation and management in mountains, particularly volcanoes.* E. Van Der Maarel (ed.). Opulus Press, Uppsala, Suecia, pp. 207-209.

Olvera Vargas, M., B.L. Figueroa-Rangel, S. Moreno Gómez, *et al*. 1997. Resultados preliminares de la fenología de cuatro especies de encino en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. *Biotam* 9:7-18.

Olvera Vargas, M., B.L. Figueroa-Rangel, J.M. Vázquez-López, *et al*. 2006. Dynamics and silviculture of montane mixed oak forests in western México. En: *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests*. M. Kappelle (ed.). Springer-Verlag Heidelberg, Berlin, pp. 363-374.

Olvera Vargas, M. y S. Moreno Gómez. 1992. Estructura y regeneración de encinares en la sierra de Manantlán. En: *Primer Foro Nacional de Manejo Forestal Integral*. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), México, pp. 407-426.

Olvera Vargas, M., S. Moreno Gómez y B.L. Figueroa-Rangel. 1996. *Sitios permanentes de investigación silvícola: Manual para su establecimiento*. Editorial de la Universidad de Guadalajara. México.

Olvera-Vargas, M., B.L. Figueroa-Rangel y J.M. Vázquez-López. 2010. Is there environmental differentiation in the *Quercus*-dominated forests of west-central Mexico? *Plant Ecology* 211:321-335.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas, G. Ibarra, *et al*. 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:271-295.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas-Guzmán y S.D. Koch. 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del arroyo de Agua Fría, municipio de Minatitlán, Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 84:24-72.

Rzedowski, J. 1986. *La vegetación de México*. Limusa. México, D.F.

Valencia, S. y G. Flores-Franco. 2006. Catálogo de autoridades taxonómicas de las fagáceas (Fagaceae: Magnoliopsida) de México. Base de datos, *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad* (SNIB-CONABIO) proyecto CS008. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En: *<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/magnoliayMarg/Encinos/docs/Fagaceas.xls>*, última consulta: 14 de agosto del 2014.

Vázquez, J.A., R. Cuevas, T. Cochrane, *et al*. 1995. Flora de Manantlán. Plantas vasculares de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *SIDA, Botanical Mycellany* 13:1-312.

Wilson, J.B. 2011. The twelve theories of co-existence in plant communities: the doubtful, the important and the unexplored. *Journal of Vegetation Science* 22:184-195.

# Acantáceas
(Acanthaceae)

Thomas F. Daniel
Emily J. Lott

## Introducción

Acanthaceae es la undécima familia de plantas fanerógamas, por su diversidad. Actualmente, consta de 220 géneros y más de 4 mil especies, las cuales se encuentran principalmente en las regiones tropicales del mundo. Las formas de vida de Acanthaceae incluyen hierbas terrestres, arbustos y árboles; hierbas y arbustos subacuáticos y acuáticos (incluyendo mangles) y epífitas. La mayoría de las especies son perennes, con floración anual (raras veces con floración masiva cíclica) (Daniel 2006). Se encuentran en hábitats que van desde los desiertos, la selva alta perennifolia, el bosque nublado y los manglares, hasta lagos y áreas con agua dulce corriente.

Colima se destaca por la riqueza de Acanthaceae, a pesar de su extensión territorial relativamente pequeña y el poco esfuerzo de muestreo de ejemplares botánicos de esta familia en el estado. Algunas de las especies tienen usos económicos ya conocidos o potenciales que se mostrarán más adelante, otras podrían jugar un papel ecológico importante en las comunidades costeras, por ejemplo, *Avicennia germinans,* un mangle que por sus raíces ayuda a estabilizar los pantanos costeros y aumentar la productividad de las pesquerías costeras, por los nutrientes y al refugio que ofrece; y en las selvas secas tropicales se localizan *Carlowrightia arizonica*, *Henrya insularis* y *Tetramerium nervosum*, especies que proporcionan polen y néctar para las abejas y las moscas que están activas cuando otras pocas plantas herbáceas están en flor en el sotobosque.

Daniel, T.F. y E.J. Lott. 2016. Acantáceas (Acanthaceae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 229-237.

## Descripción

La familia se clasifica en el orden Lamiales, de las dicotiledóneas, y difiere de otras familias relacionadas (ver excepciones más adelante) al tener la siguiente combinación de características morfológicas: ausencia del endospermo en las semillas, cápsulas explosivo-dehiscentes y la presencia de un retináculo (estructura en forma de gancho derivada del funículo que retiene a la semilla hasta su madurez) dentro de la cápsula, sobre la cual cada semilla está sentada.

Algunas características que ayudan a reconocer a la mayoría de los miembros de la familia son la presencia de hojas opuestas sobre nudos algo hinchados, corolas tubulares con dos o cuatro estambres, cristales alargados (cistolitos) en la epidermis de tallos y hojas, y brácteas conspicuas (cuando las hay) protegiendo a las flores. Las acantáceas son ampliamente reconocidas por que muchas especies y variedades que se cultivan como ornamentales.

Estudios filogenéticos de las secuencias de ADN indican consistentemente que la familia es de origen monofilético (Scotland *et al.* 1995, McDade *et al.* 2000). Basándose en diferencias morfológicas, Acanthaceae ha sido tratada como varios taxones bien definidos a nivel infrafamiliar (Lindau 1895, Scotland y Vollesen 2000).

Las subfamilias que actualmente se reconocen son: Acanthoideae (es la más grande, con aproximadamente 3 650 especies que presentan las tres características morfológicas diagnóstico arriba mencionadas; por ejemplo: *Justicia*, *Ruellia*, *Aphelandra*); Thunbergioideae (*ca.* 175 especies, la mayoría bejucos que carecen de retináculos y endospermo, a veces tienen frutos carnosos; por ejemplo: *Thunbergia* y *Mendoncia*), y Nelsonioideae (170 especies, sin retináculos, con un patrón de aestivación –disposición de las flores del perianto en la yema floral– coclear –prefloración en que una pieza mayor recubre otras dos menores y externas– descendiente en los lóbulos de la corola cuando están en botón, y usualmente con endospermo bien desarrollado, por ejemplo: *Elytraria*, *Staurogyne*). Recientemente datos de secuencias moleculares han demostrado que *Avicennia* (ocho especies de mangle, con cápsulas coriáceas –con textura de cuero– con una sola semilla, sin endospermo) también debe incluirse en Acanthaceae (Schwarzbach y McDade 2002). Hay especies representantes de cada subfamilia y también el género de *Avicennia*, que son nativas de México.

## Diversidad

Una estimación conservadora del número de especies de Acanthaceae, nativas de México, es de alrededor de 375, distribuidas en 36 géneros, sin incluir a numerosos nombres de aplicación incierta y alrededor de 12 especies nuevas para la ciencia que están por describirse. *Justicia* es el género con mayor riqueza de especies en el mundo, con cerca de 700, de las cuales 104 (15%) se encuentran en México, lo que lo hace el género con más especies de la familia en el país. Debido a la diversidad que presenta Acanthaceae en México, su alto endemismo a nivel de géneros y especies, y la radiación de varios taxones dentro de y entre las zonas áridas de la República Mexicana, hacen de este país uno de los centros de diversificación y distribución de la familia (Daniel 1993, Daniel *et al.* 2008).

En el estado se han encontrado 41 especies de acantáceas (apéndices 1 y 2), todas nativas, esta cantidad es igual, o casi igual, a las especies nativas de la familia registradas para países como Belice (41), El Salvador (44) (Daniel 2005), o los tres estados mexicanos que constituyen la Península de Yucatán (41) (Daniel 2005). La riqueza de especies de Acanthaceae en Colima también sobresale al compararla con otras entidades federativas de México. Por ejemplo, Colima tiene casi tantas especies nativas como los estados de Hidalgo (44), Nayarit (44), Sonora (42) y Tamaulipas (42), entidades con considerable mayor extensión superficial. Asimismo, Colima hospeda a más especies que los estados de Chihuahua (37), Campeche (27), Coahuila (34), Durango (35), México (38), Nuevo León (31), Quintana Roo (30), Sinaloa (36), Yucatán (35) y Zacatecas (28) (Daniel, datos no publicados), entidades políticas con mayor superficie. De los 31 estados y el Distrito Federal, Colima es el cuarto estado más pequeño por su extensión superficial, pero es el decimosegundo en términos del número de especies nativas de Acanthaceae (Daniel, datos no publicados).

La gran riqueza de especies en Colima probablemente se deba, en parte, a la adyacencia de dos estados que son ricos en especies (Jalisco y Michoacán, 75 y 71 especies, respectivamente), a la diversidad de hábitats y comunidades vegetales que se encuentran en Colima (SPP 1981, Rzedowski 1986), y a su ubicación en latitudes bajas (el número de especies de Acanthaceae por lo general se incrementa desde los polos hacia el ecuador).

Con base en la presencia de especies de esta familia en los estados colindantes y considerando la variedad de condiciones ambientales en el estado, se considera que las siguientes especies podrían existir dentro de la entidad (o existieron en el pasado): *Carlowrightia mcvaughii*, *Chileranthemum lottiae*, *Dicliptera thlaspioides*, *Dyschoriste saltuensis*, *Henrya tuberculosperma*, *Justicia breviflora*, *J. hilsenbeckii*, *J. ixtlania*, *J. novogaliciana*, *Justicia pringlei*, *J. spicigera*, *Odontonema callistachyum*, *Pseuderanthemum alatum*, *Ruellia hookeriana*, *Staurogyne agrestis*, *Stenandrium dulce* y *Tetramerium rzedowskii*. También se podría esperar la presencia de las especies *Hypoestes phyllostachya*, *Thunbergia alata* y *T. fragrans*, las cuales se consideran exóticas naturalizadas o escapadas.

Aunque se conoce solamente una especie de Acanthaceae que ocurre endémica a Colima *(Tetramerium mcvaughii)*, es posible que dos especies de *Justicia* en proceso de descripción como especies nuevas, sean también endémicas en el estado.

Existen seis especies endémicas regionales (se conocen solamente en Colima y regiones adyacentes de Jalisco o de Michoacán): *Dicliptera novogaliciana*, *Holographis anisophylla*, *Poikilacanthus novogalicianus*, *Pseuderanthemum pihuamoense*, *Ruellia novogaliciana* y *Tetramerium diffusum*. Las demás especies colimenses de Acanthaceae caen dentro de dos categorías: las que son endémicas a la zona centro-oeste de México (conocidas solamente en Colima y la vertiente del Pacífico/la región costera desde Sinaloa hasta Guerrero o el suroeste de Oaxaca) y las de amplia distribución (que se encuentren en diversas regiones de Norteamérica o en otras partes). En el apéndice 1 se señala la distribución para todas las Acanthaceae de Colima y en la figura 1 se presentan los clados filogenéticos

de la familia y los representantes de cada uno de ellos.

Queda claro que los miembros de Acanthoideae son las que más prevalecen y que dentro de esta subfamilia, los géneros de la tribu Justicieae tienen más especies. Los géneros con más especies de Acanthaceae en la entidad son *Ruellia* y *Justicia*, con siete y seis, respectivamente; lo cual refleja el patrón encontrado en México. Las formas de vida de las especies presentes en Colima varían desde perennes herbáceas (*Dicliptera resupinata*), hasta arbustos (*Mexacanthus mcvaughii*) y árboles (*Bravaisia integerrima*). Las flores son notablemente variables (figura 2), lo cual se refleja en la diversidad de visitantes y polinizadores que atraen. Las recompensas florales para los polinizadores consisten en el néctar rico en azúcares y el polen abundante en proteínas. Los animales que visitan (incluyendo a polinizadores) las flores de los miembros de la familia Acanthaceae encontrados en Colima

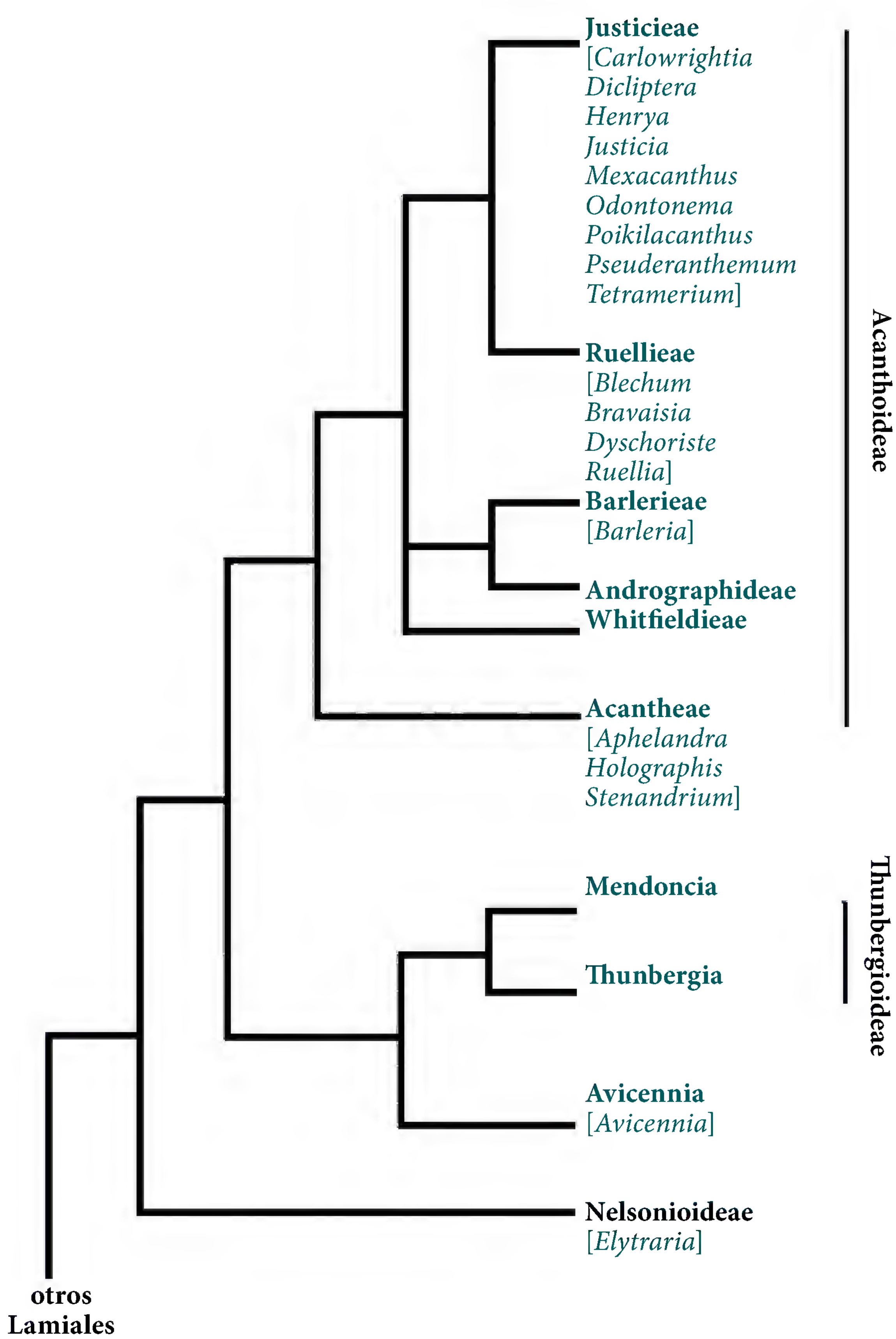



**Figura 1.** Relaciones filogenéticas de Acanthaceae basadas en datos de las secuencias de ADN (a partir de McDade *et al.* 2000, Scotland y Vollesen 2000, Manktelow *et al.* 2001, Schwarzbach y McDade 2002). Las tres subfamilias son indicadas en negritas. Los géneros presentes son mencionados bajo los clados en los cuales ocurren en Colima. Fuente: elaboración propia.

incluyen: colibríes (*Mexacanthus mcvaughii*) (Holmqvist *et al.* 2005), moscas (*Carlowrightia arizonica*, *Tetramerium nervosum*, *Henrya insulares*) (Daniel 1983, 1986, 1990), abejas (*Bravaisia integerrima*, *Tetramerium mcvaughii)* (Daniel 1986, 1988) y mariposas (*Dicliptera resupinata* y *Ruellia nudiflora)* (Daniel, observaciones no publicadas). Sin duda otros visitantes son atraídos por la gran diversidad de variantes morfológicas florales presentes en la familia, pero todavía falta documentarlos. En general, las flores de éstas y de otras Acanthaceae son generalistas, por lo que pueden atraer y ser efectivamente polinizadas por más de un tipo de visitante floral.

## Distribución y hábitat

Los patrones de distribución de Acanthaceae que ocurren en Colima se muestran en el apéndice 1. Cabe anotar ahora que la mayoría de las 41 especies se encuentran en elevaciones por debajo de los 500 msnm, y aunque algunas de ellas también ocurren arriba de los 500 m, sólo tres están restringidas a elevaciones por arriba

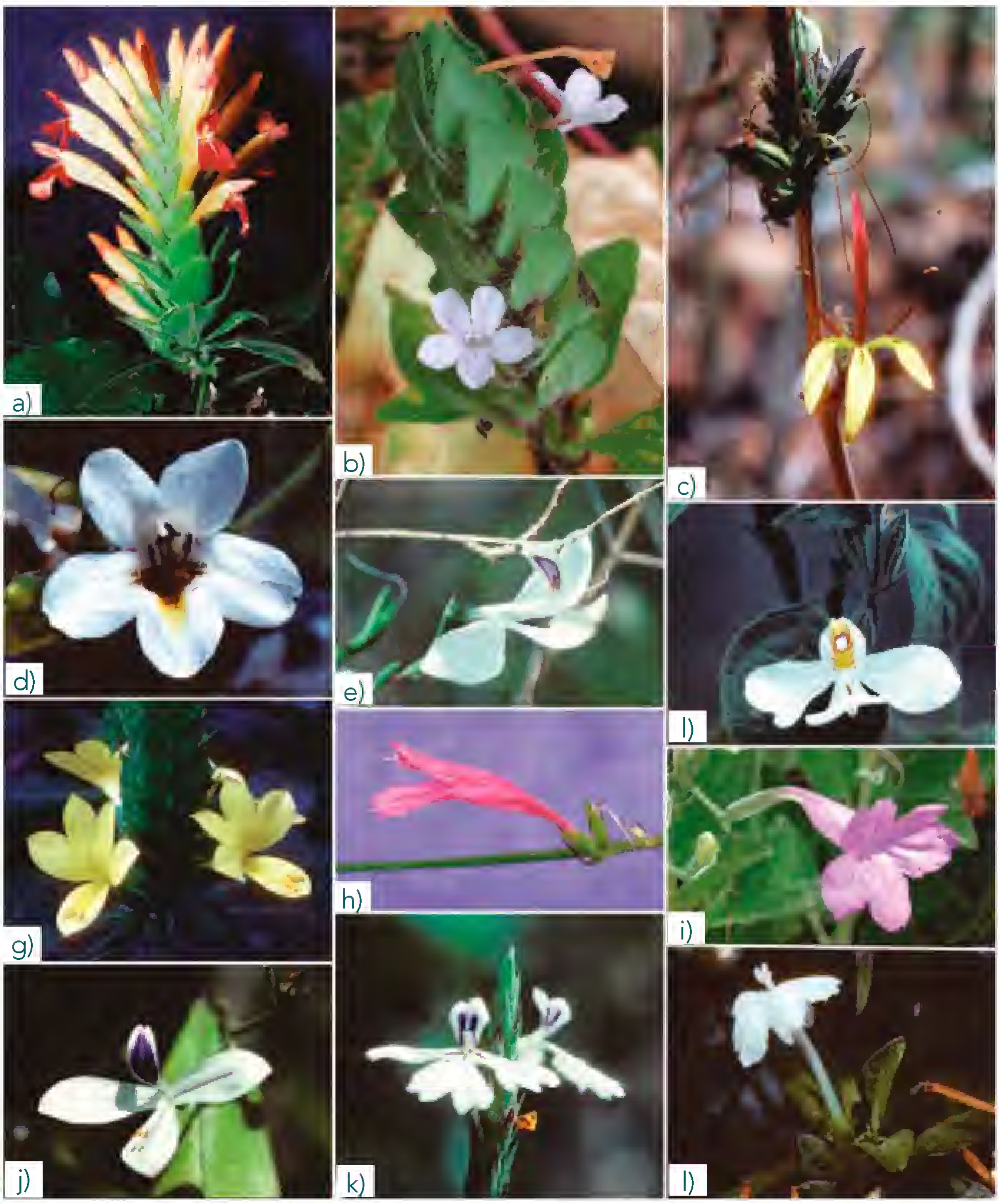


**Figura 2.** Diversidad floral dentro de Acanthaceae, que ocurren en Colima. a) *Aphelandra madrensis*, b) *Blechum pyramidatum*, c) *Mexacanthus mcvaughii*, d) *Bravaisia integerrima*, e) *Tetramerium mcvaughii*, f) *Henrya insularis*, g) *Barleria oenotheroides*, h) *Dicliptera inaequalis*, i) *Ruellia nudiflora*, j) *Carlwrightia pectinata*, k) *Elytraria mexicana* y l) *Ruellia foetida*. Fotos: Thomas F. Daniel.

de los 1 000 m: *Dicliptera inaequalis*, *Dyschoriste angustifolia* y *Pseuderanthemum pihuamoense*.

Miembros de las acantáceas se encuentran en todos los tipos de vegetación reconocidos para el estado por Rzedowski y McVaugh (1966) y Rzedowski (1986). La mayor superficie del estado forma parte de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, donde dominan los bosques secos tropicales (sobre todo la selva baja caducifolia y subcaducifolia). La afinidad de esta familia con las selvas secas tropicales de México (Daniel 1993, Lott y Atkinson 2006) es muy evidente entre los representantes colimenses; por lo menos 30 especies se encuentran en las selvas bajas caducifolias y subcaducifolias. *Tetramerium mcvaughii* y *Mexacanthus mcvaughii* se restringen principalmente a selvas secas, mientras que *Barleria oenotheroides* y *Henrya insularis*, ocurren en el bosque mesófilo de montaña y otras comunidades vegetales, *Aphelandra lineariloba* tiene preferencia por el bosque de encino o encino-pino, *Avicennia germinans* se restringe a manglares y a *Pseuderanthemum pihuamoense* sólo se le ha encontrado en el bosque mesófilo de montaña.

## Importancia económica y ecológica

La familia Acanthaceae en México ha sido, y sigue siendo, una rica fuente de plantas utilizadas en la horticultura ornamental. Por ejemplo, dos especies de *Justicia* del noreste y el centro de México, *J. brandegeana* y *J. fulvicoma*, se encuentran comúnmente en los jardines de las zonas tropicales y templadas del mundo. De hecho, *J. brandegeana* (nombre vulgar: camarón; shrimp plant) es posiblemente la especie de Acanthaceae más extensamente cultivada del Nuevo Mundo. Otras especies que se encuentran en el comercio de la horticultura incluyen: *Barleria oenotheroides*, *Dicliptera resupinata*, *Justicia candicans*, *Aphelandra lineariloba*, *A. madrensis*, *Dicliptera novogaliciana*, *Dyschoriste angustifolia*, *Poikilacanthus novogalicianus*, *Ruellia amoena*, *R. foetida* y *R. novogaliciana*. Las flores prominentes y atractivas, así como las formas de crecimiento de estas especies las hacen tener un valor potencial para la horticultura.

En adición al uso como ornamentales, casi todas las Acanthaceae mexicanas terrestres son palatables, y todas las partes de las plantas frecuentemente son ramoneadas por animales silvestres y domesticados (Daniel 2004). Muchas Acanthaceae de México, incluyendo las de Colima, florecen durante el auge de la temporada de sequía, siendo de las pocas plantas con flores abundantes en el sotobosque. Debido a lo anterior estas especies son probablemente una fuente importante de nutrimentos (néctar y polen) para algunos insectos y pájaros (Baltosser y Scott 1996). Un ejemplo es la importancia de *Justicia californica* como alimento para el colibrí residente, *Calypte costae*, en porciones del desierto sonorense. Por lo tanto, las plantas de la familia Acanthaceae juegan un papel ecológico importante en el mantenimiento de la salud de las selvas secas tropicales de Colima y de otras regiones del occidente de México.

*Avicennia germinans* (mangle negro) es una especie con importancia económica y ecológica. Aunque no de forma tan abundante en Colima, como los mangles que pertenecen a otras familias (*Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*) (SAGARPA 2007); algunas plantas ocurren cerca de y sobre los bordes de lagunas costeras.

Como otras especies de mangles, *Avicennia germinans* juega un papel clave en las zonas de esteros por la captura de deshechos y detritus interpuestos por los arroyos y las mareas. Las porciones basales, periódicamente inmersas de las plantas, sirven como lugar para la alimentación, la reproducción y el crecimiento de muchas especies de moluscos, crustáceos, peces, pájaros y otras formas de vida silvestre (Tomlinson 1986). Además de su importancia para la pesca, los mangles protegen la costa de las mareas y tormentas, y filtran aguas costeras. Balick *et al.* (2000) señalan que en los trópicos americanos los siguientes usos han sido atribuidos a *Avicennia germinans*: veneno, medicina, chicle, combustible, forraje, comida para humanos, tintura y materiales para la construcción.

Numerosas especies mexicanas de Acanthaceae, entre ellas varias que ocurren en Colima, como *Bravaisia integerrima*, *Carlowrightia arizonica*, *Elytraria imbricata*, *Justicia candicans*, *Ruellia intermedia*, *R. nudiflora* y *Tetramerium nervosum*, han sido registradas con usos medicinales locales, tanto primitivos como modernos (Daniel 1986, 1988, 2004).

## Estado de conservación

No ha sido evaluado el estado de conservación de ninguna especie de Acanthaceae colimense, considerando los criterios de la Lista Roja (UICN 2007, apéndice 2). En Colima las únicas especies de la familia que pueden ser evaluadas como amenazadas serían las endémicas del estado y las regiones circundantes, por ejemplo: *Tetramerium mcvaughii* y las especies endémicas regionales registradas en el apéndice 1. Entre ellas, *Holographis anisophylla*, *Poikilacanthus novogalicianus*, *Pseuderanthemum pihuamoense* y *Tetramerium mcvaughii* son conocidas en al menos cinco colecciones a lo largo de sus rangos y podrían estar en situación de riesgo.

El tamaño de las poblaciones de estas especies raras no ha sido estimado y la ausencia de nuevas colecciones de ellas podría reflejar una baja intensidad de recolecta en lugar de un condición real de rareza.

Por otra parte, *Carlowrightia arizonica*, *Blechum pyramidatum*, *Elytraria imbricata*, *Henrya insularis*, *Justicia salviiflora*, *Ruellia inundata* y *Tetramerium nervosum* son especies que abundan en Colima y en otras partes de México, y aunque ocurren en vegetación primaria son mucho más comunes en sitios creados por modificación antropogénica (ruderales, bordes de cultivos, etc.). Daniel (2004) propuso la hipótesis de que algunas de estas especies están preadaptadas a tales hábitats por su afinidad a los sitios perturbados, donde se encuentran naturalmente, por ejemplo, los corredores ribereños.

La importancia de las selvas secas de Colima se refleja en su riqueza y diversidad de flora y fauna; esta comunidad biótica cuenta con el mayor número de especies de Acanthaceae que cualquier otra comunidad del estado.

Por lo menos cinco de las siete especies endémicas de la entidad y las regiones colindantes habitan solamente en la selva baja caducifolia. Debido a la conversión extensa de bosques tropicales secos para la agricultura y la ganadería, con la consiguiente destrucción de la estructura y el

funcionamiento del ecosistema (Maass 1995), es necesario un llamado a la conservación de porciones significantes de esta comunidad biótica, abarcando el occidente de México (incluyendo a Colima), con el objetivo común de conservar la diversidad biológica.

La pérdida del hábitat por el desarrollo de proyectos turísticos mal planificados, a los cuales importa poco la conservación de las zonas costeras, es una de las causas principales del decremento notable en el número de individuos de *Bravaisia integerrima*, un elemento del sotobosque o del dosel de la vegetación de zonas riparias, marismas, palmares de coco de aceite (*Attalea cohune*), así como de manglares. En la actualidad esta especie se considera amenazada (SEMARNAT 2010) y las pocas poblaciones que se localizan en la costa de Colima corresponden a remanentes dentro de los desarrollos turísticos.

## Conclusiones

En relación con el estudio y estado de conservación, no solamente de este grupo de plantas sino de toda la flora de Colima, se requiere otorgar alta prioridad al establecimiento de un herbario permanente y activo en Colima, el cual cumpliría las siguientes funciones: 1) documentar los diversos recursos botánicos del estado, 2) llevar a cabo estudios florísticos adicionales y, 3) apoyar a agencias gubernamentales y a otros grupos con la información básica para tomar decisiones adecuadas en la implementación de proyectos de desarrollo.

## Referencias


Balick, M.J., M.H. Nee y D.E. Atha. 2000. Checklist of the vascular plants of Belize. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 85:1-246.

Baltosser, W.H. y P.E. Scott. 1996. Costa's hummingbird (*Calypte costae*). En: *The birds of North America*, núm. 251. A. Poole y F. Gill (eds.), The American Ornithologists' Union and the Academy of Natural Sciences, Philadelphia, EUA. En: *<http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/25>*, última consulta: 1 de julio de 2015.

Daniel, T.F. 1983. Carlowrightia (Acanthaceae). *Flora Neotropica Monograph* 34:1-116.

———. 1986. Systematics of *Tetramerium* (Acanthaceae). *Systematic Botany Monographs* 12:1-134.

———. 1990. Systematics of *Henrya* (Acanthaceae). *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 17:99-131.

———. 1993. Mexican Acanthaceae: diversity and distribution. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, New York, pp. 541-558.

———. 2004. Acanthaceae of Sonora: taxonomy and phytogeography. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 55:690-805.

———. 2005. Synchronous flowering and monocarpy suggest plietesial life history for Neotropical *Stenostephanus chiapensis* (Acanthaceae). *Proceedings of the California Academy of Sciences* 57:1011-1018.

Daniel, T.F., L.A. Mcdade, M. Manktelow, *et al.* 2008. The "Tetramerium Lineage" (Acanthaceae: Acanthoideae: Justicieae): delimitation and intra-lineage relationships based on cp and nrITS sequence data. *Systematic Botany* 33:416-436.

Holmqvist, J.P., M. Manktelow y T.F. Daniel. 2005. Wing pollination by bees in Mexacanthus (Acanthaceae). *Acta Botánica Mexicana* 71:11-17.

Lindau, G. 1895. Acanthaceae. En: *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. Vol. IV. H.G.A. Engler y K.A.E. Prantl (eds.). Wilhelm Engelmann, Leipzig, Alemania, pp. 274-354.

Lott, E.J. y T.H. Atkinson. 2006. Mexican and Central American seasonally dry tropical forests: Chamela-Cuixmala, Jalisco, as a focal point for comparison. En: *Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation*. R.T. Pennington, G.P. Lewis y J.A. Ratter (eds.). CRC Press, Boca Ratón, Florida, pp. 315-342.

Maass, J.M. 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. En: *Seasonally dry tropical forests*. S.H. Bullock (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 399-422.

Mcdade, L.A., S.E. Masta, M.L. Moody, *et al.* 2000. Phylogenetic relationships among Acanthaceae: evidence from two genomes. *Systematic Botany* 25:106-121.

Rzedowski, J. 1986. *La vegetación de México*. Limusa, México, D.F.

Rzedowski, J. y R. Mcvaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9:1-123.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2007. Colima. En: <*http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/colima/estado/flora.html*>, última consulta: 25 de septiembre de 2007.

Schwarzbach, A. y L.A. Mcdade. 2002. Phylogenetic relationships of the mangrove family Avicenniaceae based on chloroplast and nuclear ribosomal DNA sequences. *Systematic Botany* 27:84-88.

Scotland, R.W., J.A. Sweere, P.A. Reeves, *et al.* 1995. Higher-level systematics of Acanthaceae determined by chloroplast DNA sequences. *American Journal of Botany* 82:266-275.

Scotland, R.W. y K. Vollesen. 2000. Classification of Acanthaceae. *Kew Bulletin* 55:513-589.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010. Publicada en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SPP. Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Síntesis geográfica de Colima. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

Tomlinson, P.B. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2007. Red List of Threatened Species. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 29 de septiembre de 2008.

# Euforbiáceas
## (Euphorbiaceae)

Victor W. Steinmann
Yocupitzia Ramírez-Amezcua

## Introducción

Euphorbiaceae es una de las más grandes familias de plantas con flores en el mundo. Incluye 6 600 especies agrupadas en 229 géneros; está ampliamente distribuida, pero su mayor diversidad se encuentra en zonas tropicales y subtropicales. Actualmente, forma parte del orden Malpighiales (Angiosperm Phylogeny Group II, 2003) y según recientes estudios filogenéticos basados en ADN (Savolainen *et al.* 2000, Wurdack *et al.* 2004, Davis *et al.* 2005, Wurdack *et al.* 2005) Euphorbiaceae no representa un grupo natural y por ello se han redefinido sus límites, siendo dividida en cinco familias independientes: Pandaceae, Phyllanthaceae, Picrodendraceae, Putranjivaceae y Euphorbiaceae (en el sentido estricto) (Angiosperm Phylogeny Group II 2003), todas menos Pandaceae se encuentran en el estado.

Las euforbiáceas forman un grupo morfológicamente muy diverso, sus integrantes son principalmente hierbas perennes, anuales y arbustos, aunque también pueden ser bejucos y árboles. Con frecuencia presentan látex blanco o de otro color y hojas simples, alternas y con estípulas. A menudo tienen glándulas de varias formas en el peciolo o la lámina. Las flores son siempre unisexuales, generalmente pequeñas y con disco, además algunos grupos carecen de pétalos. En *Euphorbia*, el género más grande de la familia (con más de 2 mil especies), las flores están reducidas a un solo estambre u ovario y se agrupan en una estructura muy especializada llamada ciatio, un tipo de inflorescencia que aparenta una flor perfecta (que contiene ambos sexos), y puede engañar a cualquiera. Se

Steinmann, V.W. y Y. Ramírez-Amezcua. 2016. Euforbiáceas (Euphorbiaceae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 238-243.

caracteriza por tener de una a cinco glándulas rodeando al involucro, donde los apéndices de las glándulas, frecuentemente coloreados, simulan los pétalos. Normalmente los frutos son cápsulas que se abren de manera natural y las semillas son variables en forma. La polinización es principalmente por insectos o entomófila (como en *Dalechampia*, *Jatropha* y *Cnidoscolus*) pero también puede ser por viento o anemófila (como en *Acalypha*), aunque en algunas especies de *Euphorbia* es por aves u ornitófila.

Las clasificaciones tradicionales más aceptadas para las euforbiáceas han sido las de Webster (1975, 1994a, 1994b) y Radcliffe-Smith y Govaerts (2001), quienes reconocen cinco subfamilias, diferenciables entre otras características por el número de semillas. Actualmente la familia Euphorbiaceae se restringe a las plantas con una sola semilla en cada sección del fruto. En el presente trabajo se consideró conveniente incluir todas las especies que se han tratado como Euphorbiaceae, pero haciendo notar cuáles forman parte de la familia, en sentido estricto, y cuáles ahora se reconocen dentro de Phyllanthaceae, Picrodendraceae y Putranjivaceae (apéndices 1 y 2).

## Diversidad

México concentra gran diversidad para muchos grupos de plantas. Euphorbiaceae es la quinta familia más diversa del país, integrada por 34 géneros y 724 especies que representan 3% de la flora vascular del país. Varios de sus géneros tienen un centro de diversificación en el país, incluyendo *Cnidoscolus*, *Dalembertia*, *Euphorbia* y *Jatropha*, y aproximadamente 58% de las especies son endémicas (crecen exclusivamente en México). En Colima, Euphorbiaceae también es la quinta familia más diversa, después de Asteraceae, Fabaceae, Poaceae y Orchidaceae. Se registran 21 géneros y 98 especies de manera silvestre, de los cuales solamente un género (*Ricinus*) y dos especies (*Euphorbia peplus* y *Ricinus communis*) son originarias del Viejo Mundo, pero se han naturalizado en México, y por otro lado *Ditaxis heterantha* es una especie mexicana probablemente introducida en el estado. Una lista de los géneros y especies presentes en el estado se encuentra en los apéndices 1 y 2

A pesar de que Colima es la cuarta entidad federativa más pequeña del país tiene una relativa alta diversidad en euforbiáceas. En Sonora, por ejemplo, que es el segundo estado más grande del país, hay 16 géneros y 138 especies (Steinmann y Felger 1997), y en Aguascalientes, un estado ligeramente más grande que Colima, se encuentran 11 géneros y 58 especies (De la Cerda 2010). Desafortunadamente no existen datos precisos para los estados vecinos a Colima, pero se estima que en Michoacán hay alrededor de 21 géneros y 185 especies (Steinmann 2005).

Las euforbiáceas están ampliamente distribuidas en Colima, ocurren desde el nivel del mar hasta más de 2 000 msnm. Cabe mencionar que la ciudad de Manzanillo fue nombrada así en referencia a *Hippomane mancinella*, el manzanillo, un árbol común en la costa colimense. Los miembros de esta familia están presentes en todos los tipos de vegetación propuestos por Rzedowski (1978) que se encuentran en el estado, pero alcanzan la mayor diversidad y abundancia en el bosque tropical caducifolio.

Aunque no hay datos específicos para Colima, existen varios estudios que demuestran que Euphorbiaceae siempre es una de las familias más diversas en este tipo de vegetación (Gentry 1995, Trejo 1998). En el bosque tropical caducifolio de la vecina región de Chamela, Jalisco, se hicieron transectos en los que Euphorbiaceae resultó ser la segunda familia más diversa después de Fabaceae (Lott *et al.* 1987, Lott y Atkinson 2002). Por otro lado, en un estudio realizado en Minatitlán, Colima, donde la vegetación predominante es bosque mesófilo de montaña, las euforbiáceas resultaron el cuarto grupo más diverso (Padilla *et al.* 2008).

Cabe resaltar que los géneros más diversos en Colima son justamente los que más especies tienen en el país. Según Steinmann (2002), en México hay 256 especies de *Euphorbia* (=*Pedilanthus*), 124 de *Croton*, 108 de *Acalypha* y 48 de *Jatropha*. Por su parte, en el estado *Euphorbia* está representado por 34 especies, *Croton* por 16, *Acalypha* por 12, y en cuarto lugar tenemos a los géneros *Jatropha* y *Manihot* con cinco especies cada uno (apéndices 1 y 2). En cuanto al endemismo de especies, solamente dos crecen exclusivamente en Colima: *Croton masonii* y *Euphorbia anthonyi*; ambas restringidas a la isla Socorro, del archipiélago Revillagigedo.

Sin embargo, cabe destacar que otras ocho especies son endémicas regionales (se conocen sólo en Colima y regiones adyacentes de Jalisco): *Bernardia spongiosa*, *Cnidoscolus autlanensis*, *Croton cupulifer*, *C. tremulifolius*, *Euphorbia macvaughii*, *Jatropha bartlettii*, *Manihot michaelis* y *Tragia pacifica*. En cuanto a su distribución, sobresale que poco más de 50% de las especies presentes en el estado son endémicas de México.

Además de los taxa registrados para Colima se espera que varios más estén presentes en el estado pero no han sido colectados aún; tal es el caso de *Euphorbia campestris*, que se ha colectado en la parte jalisciense del Nevado de Colima. Otras especies como *Argythamnia lottiae*, *Mabea occidentalis*, *Alchornea latifolia*, *Chiropetalum schiedeanum*, *Euphorbia ariensis*, *E. mendezii*, *E. sphaerorhiza*, *E. tanquahuete* y *Tragia affinis*, se encuentran en la vertiente pacífica de Jalisco, Michoacán o Guerrero, pero no se han documentado de Colima.

## Importancia

Muchos miembros de Euphorbiaceae son económicamente importantes y algunas especies se cultivan de manera extensiva. La noche buena (*Euphorbia pulcherrima*), es una especie nativa de la vertiente pacífica de México (incluyendo Colima) y Guatemala, que se cultiva ampliamente en todo el mundo por sus llamativas brácteas. Otras especies no nativas de México que destacan por su valor ornamental son: *Acalypha hispida*, *A. wilkesiana*, *Codiaeum variegatum*, *Jatropha multifida* y varias especies suculentas del género *Euphorbia,* como *E. tirucalli* y *E. neriifolia*. Una de las plantas alimenticias más importantes a nivel mundial es la yuca o tapioca (*Manihot esculenta*); la chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) se cultiva localmente y es apreciada por sus propiedades alimenticias y curativas; la higuerilla (*Ricinus communis*), se utiliza para extraer el aceite de ricino o aceite de castor para uso industrial y medicinal, y de la candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) se extrae cera. Algunas especies de *Croton* y *Aleurites* son fuentes de aceites y resinas, y el látex de algunas otras

Euphorbiaceae sirve como materia prima, por ejemplo el de *Hevea brasiliensis* es una fuente importante de caucho. De las especies no nativas más comunmente cultivadas en Colima destacan la cola de gato (*Acalypha hispida*), la chaya, el croto o croton (*Codieum variegatum*), y el árbol de dedos (*Euphorbia tirucalli*).

Además, es una familia etnobotánicamente importante, ya que varias especies nativas de Colima se usan con diversos fines, tanto dentro del estado como en otras zonas. Pocas son comestibles, por ejemplo: las hojas de *Euphorbia delicatula* se usan como especia y las semillas del piñón (*Jatropha curcas*) y de *Manihot crassisepala* se comen como nueces. Otras euforbiáceas son medicinales, algunas especies de *Acalypha* (hierba del cáncer) se usan contra el cáncer, y el látex de la sangre de drago (*Croton draco*) se aplica para sanar heridas. El látex de varias *Euphorbia* se utiliza para eliminar mezquinos y calmar erupciones en la piel. Además, el látex de *Cnidoscolus tepiquensis* sirve para elaborar artesanías en Jalisco. *Croton ciliatoglandulifer* se usa para teñir lana y los tallos de algunas otras especies de este género (*C. niveus* y *C. pseudoniveus*) se aprovechan para hacer estacas. Por otro lado, existen especies venenosas como *Hippomane mancinella* y otras urticantes, como las de *Cnidoscolus, Dalechampia* y *Tragia*.

Algunos géneros presentes en Colima cuentan con revisiones taxonómicas actualizadas: *Adelia* (De Nova *et al.* 2007), *Cnidoscolus* (Breckon 1975), *Croton* (Webster 2001), *Bernardia* (Cervantes 2002), *Dalechampia* (Webster y Armbruster 1991), *Argythamnia* subgénero *Ditaxis* (Ramírez-Amezcua y Steinmann, 2013), algunos grupos de *Euphorbia* (Dressler 1957, Huft 1979, Ramírez 1997), *Manihot* (Rogers y Appan 1973) y *Tragia* (Utrecho 1996). Además hay tres trabajos preliminares para la familia en la región de Nueva Galicia (McVaugh 1961, 1993, 1995), dos artículos generales sobre las euforbiáceas mexicanas (Martínez-Gordillo *et al.* 2002, Steinmann 2002) y un listado global (Govaerts *et al.* 2000). Sin embargo, todavía falta mucho por hacer y la mayoría de los grupos no se han tratado desde principios de 1900.

## Conclusiones

Desafortunadamente, existe muy poca información sobre el estado de conservación de las euforbiáceas de Colima y de México en general; han sido muy ignoradas en este sentido. Por ejemplo, la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) solamente contiene 13 especies de Euphorbiaceae. Una de ellas, *Croton wilburii* (sinónimo de *Croton guatemalensis*), está escasamente representada en Colima (sujeta a protección especial, Pr). Otra incluida en esta norma y presente en el estado es *Cnidoscolus autlanensis* (Pr). Es importante analizar el estado de conservación y determinar si requieren algún tipo de protección o manejo las siguientes especies: *Acalypha umbrosa*, *Bernardia spongiosa*, *Cnidoscolus autlanensis*, *Croton cupulifer*, *C. masonii*, *C. tremulifolius*, *C. ynesae*, *Euphorbia anthonyi*, *E. macvaughii*, *Jatropha bartlettii*, *Manihot michaelis* y *Tragia pacifica*.

Por otra parte, aún hace falta realizar exploraciones en campo, especialmente en el bosque tropical caducifolio, que es el ecosistema donde las euforbiáceas alcanzan su mayor diversidad y es el tipo de vegetación dominante en Colima.

## Referencias


APG. Angiosperm Phylogeny Group II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399-436.

Breckon, G.J. 1975. *Cnidoscolus section Calyptosolen (Euphorbiaceae) in Mexico and Central America*. Tesis de doctorado. Universidad de California, Davis, California.

Cervantes, A. 2002. *Revisión taxonómica de las especies mexicanas del género* Bernardia *Houst. ex Mill. (Euphorbiaceae-Bernardieae).* Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

Davis, C.C., C.O. Webb, K.J. Wurdack, *et al.* 2005. Explosive radiation of Malpighiales supports a mid-cretaceous origin of tropical rain forests. *American Naturalist* 165:36-65.

De la Cerda, M.E. 2010. *Familia Euphorbiaceae en el estado de Aguascalientes.* Universidad Autónoma de Aguascalientes. México.

De Nova, A., V. Sosa y V.W. Steinmann. 2007. A synopsis of *Adelia* (Euphorbiaceae s.s.). *Systematic Botany* 32:583-595.

Dressler, R.L. 1957. The genus *Pedilanthus* (Euphorbiaceae). *Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University* 182:1-188.

Gentry, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. En: *Seasonally dry tropical forests*. S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 146-194 pp.

Govaerts, R., D.G. Frodin y A. Radcliffe-Smith. 2000. *World checklist and bibliography of Euphorbiaceae (and Pandaceae).* Vol. IV. The Royal Botanical Gardens. Kew, Londres.

Hoffmann, P., H. Kathriarachchi y K.J. Wurdack. 2006. A Phylogenetic Classification of Phyllanthaceae (Malpighiales; Euphorbiaceae sensu lato). *Kew Bull.* 61:51-53.

Huft, M.J. 1979. *A monograph of Euphorbia section Tithymalopsis*. Tesis de doctorado. Universidad de Michigan, Ann Arbor. Michigan.

Kathriarachchi, H., P. Hoffmann, R. Samuel, *et al.* 2005. Molecular Phylogenetics of Phyllanthaceae inferred from five genes (plastid atpB, matK, 3´ndhF, rcbL, and nuclear PHYC). *Mol. Phyl. Evol.* 36:112-134.

Lott, E.J. y T.H. Atkinson. 2002. Biodiversidad y fitogeografía de Chamela-Cuixmala, Jalisco. En: *Historia natural de Chamela*. F.N. Noguera, J.H. Vega Rivera, A.N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (eds.). Instituto de Biología, UNAM, México, pp. 83-97.

Lott, E.J., S.H. Bullock y J.A. Solís Magallanes. 1987. Floristic diversity and structure of upland and arroyo forests of coastal Jalisco. *Biotropica* 19:228-235.

Martínez, G.M., J. Jiménez R., R. Cruz D., *et al.* 2002. Los géneros de la familia Euphorbiaceae en México. *Anales del Instituto de Biología México, Serie Botánica* 73:155-282.

Mcvaugh, R. 1961. Euphorbiaceae novae Novo-Galicianae. *Brittonia* 13:145-205.

——— . 1993. Euphorbiae Novo-Galiciane revisae. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 19:207-239.

——— . 1995. Euphorbiacearum sertum Novo-Galicianarum revisarum. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 20:173-215.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas-Guzmán y S.D. Koch. 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del arroyo de Agua Fría, municipio de Minatitlán, Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 84:24-72.

Radcliffe-Smith, A. y R. Govaerts. 2001. *Genera Euphorbiacearum*. The board of trustees, Royal Botanic Garden. Kew. Reino Unido.

Ramírez R., M.A. 1997. *Revisión taxonómica de* Euphorbia *subgénero* Agaloma *sección* Alectoroctonum *(Euphorbiaceae) en México*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Ramírez-Amezcua, Y. y V.W. Steinmann. 2013. Revisión taxonómica de *Argythamnia* subgénero *Ditaxis* (Euphorbiaceae) en México. *Botanical Sciences* 91: 427-459.

Rogers, D.J. y S.G. Appan. 1973. *Manihot* and *Manihotoides* (Euphorbiaceae). *Flora Neotropica Monographs* 13:1-272.

Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa. México, D.F.

Savolainen, V., M.W. Chase, S.B. Hoot, *et al.* 2000. Phylogenetics of flowering plants based on combined analysis of plastid atpB and rbcL gene sequences. *Systematic Biology* 49:306-362.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el jueves 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Steinmann, V.W. 2002. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Botanica Mexicana* 61:61-93.

———. 2005. New Euphorbiaceae from Mexico. Vol. II. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 24:173-187.

Steinmann, V.W. y R.S. Felger. 1997. The Euphorbiaceae of Sonora, México. *Aliso* 16:1-71.

Trejo, I.R. 1998. *Distribución y diversidad de selvas bajas de México; relaciones con el clima y el suelo.* Tesis de doctorado. Instituto de Ecología, UNAM, México.

Utrecho, R.J. 1996. *A taxonomic study of the mexican species of* Tragia *(Euphorbiaceae)*. Tesis de doctorado. Universidad de California, Davis. California.

Webster, G.L. 1975. Conspectus of a new classification of the Euphorbiaceae. *Taxon* 24:593-601.

———. 1987. The saga of the spurges: a review of classification and relationships in the Euphorbiales. *Botanical Journal of the Linnean Society* 94:3-46.

———. 1994. Classification of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81:3-32.

———. 1994. Synopsis of the Genera and Suprageneric Taxa of Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81:33-144.

———. 2001. Synopsis of *Croton* and *Phyllanthus* (Euphorbiaceae) in western tropical Mexico. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 23:353-358.

Webster, G.L. y W.S. Armbruster. 1991. A synopsis of the neotropical species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 105:137-177.

Wurdack, K.J., P. Hoffmann y M.W. Chase. 2005. Molecular phylogenetic analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid RBCL and TRNL-F DNA Sequences. *American Journal of Botany* 92:1397-1420.

Wurdack, K.J., P. Hoffmann, R. Samuel, *et al.* 2004. Molecular phylogenetic analysis of *Phyllanthaceae* (Phyllanthoideae pro parte, Euphorbiaceae sensu lato) Using Plastid RBCL DNA Sequences. *American Journal of Botany* 91:1882-1900.

# Rubiáceas
(Rubiaceae)

Ramón Cuevas-Guzmán
Clotilde Rodríguez-Guerrero
Nora Minerva Núñez-López

## Introducción

Rubiaceae es la familia de plantas vasculares a la cual pertenecen el café, las gardenias y la quina. Se trata de una de las familias más grandes de plantas con flores; las estimaciones oscilan entre los 550 y 650 géneros y de 9 mil a 13 mil especies (Judd *et al.* 2002, Borhidi 2006, Heywood *et al.* 2007), lo cual la ubica como la cuarta o quinta familia más grande a nivel mundial, comparable en importancia con las gramíneas. Aunque es posible encontrar miembros de esta familia casi en cualquier parte del mundo, la mayor diversidad y biomasa se concentra en las regiones tropicales y subtropicales (Judd *et al.* 2002, Heywood *et al.* 2007), con frecuencia es la familia con mayor riqueza de especies leñosas en los bosques tropicales húmedos (Wendt 1998, Heywood *et al.* 2007).

## Descripción

Las rubiáceas, fundamentado en datos morfológicos, anatómicos y análisis filogenéticos moleculares, pertenecen al orden Gentianales, para el cual se registran cinco familias, cerca de mil géneros y unas 14 mil especies (Judd *et al.* 2002, Soltis *et al.* 2005). Las familias de este orden tienen en común la presencia de punteaduras revestidas, estípulas interpeciolares (entre los peciolos) con cabellos glandulares gruesos en su parte interna, corolas convolutas (enrolladas) en botón y la presencia de alcaloides (Soltis *et al.* 2005). Rubiaceae es hermana de las familias restantes del clado: Apocynaceae, Gelsemiaceae, Gentianaceae y Loganiaceae, las cua-

Cuevas-Guzmán, R., C. Rodríguez-Guerrero y N.M. Núñez-López. 2016. Rubiáceas (Rubiaceae) en: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 244-251.

les comparten la presencia de floema intraxilar, mientras que Rubiaceae carece de floema interno (Judd *et al.* 2002, Soltis *et al.* 2005).

Las rubiáceas son hierbas anuales o perennes, y cuando son leñosas existen como árboles, arbustos o bejucos. Algunas especies se comportan como epífitas o geófitas, rara vez son suculentas o acuáticas y pueden ser inermes o tener espinas; comúnmente presentan iridoides (agrupan una serie de monoterpenos bicíclicos ($C_{10}$) que se utilizan para actividades farmacológicas como antiinflamatorios, antimicrobianos, etc.) o alcaloides (metabolitos secundarios que tienen propiedades psicoativas) y rafidios (oxalato de calcio).

Presentan hojas opuestas o verticiladas, simples y casi siempre enteras; estípulas generalmente interpeciolares, persistentes o caducas, frecuentemente soldadas, ocasionalmente foliáceas, comúnmente con pelos glandulares gruesos sobre la superficie adaxial; son flores bisexuales (con los dos sexos en la misma flor), rara vez unisexuales, heterostílicas (con estilos de tamaño diferente en las flores); sépalos y pétalos soldados, el cáliz está unido al ovario, formando el hipantio (fusión de las bases de los verticilios florales inferiores) o rara vez libre del ovario; corola gamopétala (cuando los pétalos están soldados total o parcialmente), actinomorfa (con simetría radial), rara vez zigomorfa (un solo plano de simetría), los pétalos valvados, imbricados o contortos (torcido o retorcido); estambres en el mismo número que los lóbulos de la corola y alternos con ellos, soldados con la corola, ya sea dentro de ellas o en su garganta; disco por arriba del ovario en la parte interna del cáliz, usualmente funcionando como nectario; ovario es ínfero, usualmente bicarpelar, algunas veces presenta cinco o más, soldados; placentación parietal o algunas veces axilar; uno a muchos óvulos por lóculo, estilo simple a 2-10 lobulado; fruto indehiscente (que no abre), bayas o drupas, o dehiscente (que abre), cápsulas o mericarpos; con frecuencia las semillas aladas (Judd *et al.* 2002, Borhidi 2006, Heywood *et al.* 2007).

Con base en la información molecular, hay coincidencia en señalar que Rubiaceae es una familia monofilética (los miembros de la familia tienen un origen común) (Judd *et al.* 2002, Borhidi 2006, Heywood *et al.* 2007), reconociéndose tres subfamilias: Rubioideae con 15 tribus, Cinchonoideae con 11 e Ixoroideae con 12, aunque recientemente se ha separado la subfamilia Urophylloideae con dos tribus (Anderson y Rova 1999, Borhidi 2006).

## Distribución

Las rubiáceas son de distribución cosmopolita, aunque hay una marcada preferencia por las zonas tropicales y subtropicales, mientras que pocas especies herbáceas se encuentran en las regiones frías de ambos hemisferios (Heywood *et al.* 2007). Altitudinalmente se encuentran especies desde el nivel del mar hasta las altas montañas, a más de 4 000 msnm, aunque la mayor riqueza de géneros y especies ocurre por debajo de los 1 500 m de altitud. Se encuentran en todos los tipos de vegetación reconocidos en el país, incluyendo las dunas costeras y la vegetación acuática, aunque su mayor diversidad, sobre todo de especies leñosas, se presenta en los bosques tropicales húmedos y secos. Varias especies, sobre todo herbáceas, han evolucionado para

desarrollarse en áreas que presentan perturbaciones por actividades humanas. Las rubiáceas, en su mayoría son consideradas especies iteróparas (se reproducen más de una vez a lo largo de su vida), aunque un buen contingente, sobre todo en áreas con fuertes perturbaciones, han evolucionado para comportarse como semélparas (que se reproducen varias veces a lo largo de su vida) y generalmente como estrategas *r*; es decir, son anuales o de periodos de vida cortos, se reproducen una sola vez y los individuos mueren, no sin antes dejar una gran cantidad de semillas para continuar con la perpetuidad de la especie.

## Diversidad de rubiáceas

Recientemente se han reconocido 17 tribus, 103 géneros, 585 especies y 31 unidades infraspecíficas de rubiáceas para México (Borhidi 2006), lo cual coloca a la familia como la cuarta más rica para el país, por su número de géneros (Borhidi 2006), y la séptima con más especies (Rzedowski 1991, Villaseñor 2003, Borhidi 2006). De los 103 géneros, 99 son nativos y cuatro adventicios, y se considera que el porcentaje de especies exóticas no supera 1.5% del total de las especies del grupo (Borhidi 2006).

Los géneros con más especies en México corresponden a *Psychotria* (68 especies), *Arachnothryx* (56), *Galium* (42), *Randia* (42) y *Bouvardia* (40) y varios de ellos se considera que tienen su centro de diversificación en este país (Borhidi 2006). Los estados con mayor riqueza de especies en la República Mexicana corresponden a Oaxaca (99 especies), Guerrero (73), Veracruz (58), Chiapas (50), Jalisco (41), Hidalgo y Michoacán (28) y Sinaloa (25) (Borhidi 2006).

Restringen su distribución a México 15 géneros y 278 especies, siendo los estados de Oaxaca (42 taxones), Chiapas (22), Baja California y Guerrero (18 cada uno), donde se presenta los mayores endemismos. Los géneros que presentan más especies endémicas en México son *Arachnothryx*, *Bouvardia*, *Randia*, *Galium* y *Deppea* (Borhidi 2006). En el estado de Jalisco se registran siete especies endémicas y ninguna para Colima (Borhidi 2006).

Entre las investigaciones que han registrado especies de rubiáceas en Colima se encuentra la de Vázquez *et al.* (1995), quienes señalan la presencia de seis géneros y ocho especies en la parte de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, dentro del estado. Padilla *et al.* (2006) en su tratado de la flora arbórea del estado de Colima, mencionan la presencia de 13 géneros y 23 especies de árboles, mientras que Padilla *et al.* (2008), en un estudio florístico de una de las zonas más diversas del estado, señalan la presencia de 14 géneros y 25 especies (apéndices 1 y 2).

En el tratado taxonómico *Rubiáceas de México*, Borhidi (2006) reporta 16 géneros y 32 especies, mientras que en la presente investigación se registran 29 géneros, 60 especies y cuatro unidades infraespecíficas para Colima (apéndice 1), estos guarismos representan 30% de los géneros y 11% de las especies de México.

La riqueza de especies registradas en Colima, de acuerdo con la información proporcionada en Borhidi (2006), es más o menos de las mismas dimensiones que la de Veracruz y Chiapas; mayor a la de los estados de Hidalgo, Michoacán y Sinaloa, aunque inferior a la de Oaxaca y Guerrero. Sin duda estas relaciones se verán modifi-

cadas conforme se intensifiquen los estudios del grupo taxonómico en las entidades señaladas, sobre todo en Veracruz, Chiapas y Michoacán.

La riqueza de rubiáceas en el estado podría atribuirse a diferentes condiciones: *a)* su gran heterogeneidad ambiental; *b)* su amplio gradiente altitudinal en una distancia pequeña; *c)* la mayor parte de su superficie se encuentra en la Sierra Madre del Sur, considerada una de las zonas fisiográficas más diversas de México; *d)* la presencia de clima cálido subhúmedo en aproximadamente 81% de su superficie (SPP 1981); *e)* 78% de la superficie que actualmente tiene zonas boscosas se encuentra cubierta con bosque tropical caducifolio y subcaducifolio (Palacio-Prieto *et al.* 2000); y *f)* 48% de la superficie de la entidad presenta un mosaico creado por los humanos, compuesto por áreas de agricultura, ganadería y zonas urbanas (Palacio-Prieto *et al.* 2000).

Ocho géneros concentran 40 especies (63%); aquellos que registran más especies son *Randia* (10 especies), *Bouvardia* (6), *Crusea* (7), *Borreria* (5), *Arachnotryx* (4) y *Hamelia* (3). Algunos de los géneros más ricos en especies dentro de Colima corresponden a los registrados en México, tales como *Randia*, *Bouvardia* y *Arachnotryx*.

Existe una diferencia notable con *Psychotria*, el género más rico en México y que sólo presenta dos especies en Colima; esta notable diferencia podría atribuirse a la ausencia de bosque tropical lluvioso en Colima, tipo de vegetación en el cual *Psychotria* alcanza su mayor radiación. De las 60 especies registradas, 58 son nativas y dos introducidas, una de las cuales (*Coffea arabica*) es ampliamente cultivada.

## Fitogeografía de las rubiáceas

De las 60 especies que se registran para Colima, 24 restringen su distribución al territorio nacional, pero sólo *Arachnotryx manantlanensis* es de distribución muy restringida, ya que ha sido recolectada solamente en dos o tres municipios en el estado de Jalisco y en el municipio de Minatitlán en Colima. Ocho especies extienden su distribución desde Estados Unidos hasta Sudamérica, una va desde Estados Unidos a México sin traspasar la frontera meridional del último, 18 van de México a Panamá o algún país entre ambos (por lo general incluyendo Las Antillas), y ocho van desde México hasta Sudamérica. Cuatro especies traspasan las fronteras del continente americano, de las cuales dos fueron traídas de África (*Coffea arabica*) y Australia (*Dentella repens*). *Borreria verticillata* parece haber sido llevada de América y se ha naturalizado en África y Asia, mientras que la distribución natural de *Cephalanthus occidentalis* parece incluir Norteamérica y el sur de Asia. De las especies endémicas a México la mayor proporción corresponde a *Bouvardia*, ya que de las siete especies registradas para Colima seis de ellas son endémicas al territorio nacional (apéndice 1) y cuatro se conocen sólo en la Sierra Madre del Sur. *Borreria nesiotica* es una especie endémica de Baja California y la isla Socorro.

## Importancia económica

Los miembros de la familia rubiácea no son tan importantes económicamente como lo son las gramíneas, las leguminosas o los pinos, pero *Coffea arabica* y *C. canephora*, que son la fuente de la bebida denominada café, son el medio de

subsistencia de alrededor de 100 millones de personas en el mundo (Heywood *et al.* 2007). Además del café se reportan usos para las siguientes especies de rubiáceas: la quinina (*Cinchona* spp.) fue un importante material profiláctico y curativo, principalmente en el tratamiento de la malaria; la ipecacuena, derivada de *Carapichea ipecacuanha* o algunas especies de *Psychotria*, se utiliza como amoebicida, vomitivo y expectorante, mientras que de *Paucinystalia johimbe* se extrae la yombina, la cual se emplea como afrodisíaco en humanos y en veterinaria. *Hintonia latiflora* se utiliza ampliamente con propósitos curativos, ya que a su corteza se le atribuyen propiedades anticancerígenas, cicatrizantes y se dice que en infusión es un buen estimulador para que salga y crezca el cabello.

Extractos de especies de *Gardenia* son insumos para la industria de la perfumería, mientras que especies de *Bouvardia*, *Gardenia*, *Randia*, *Serissa*, *Hedyotis*, *Crusea*, *Hamelia*, *Ixora*, *Manettia*, *Mussaenda*, *Rondeletia* y *Warszewicia* son utilizadas con fines ornamentales (Judd *et al.* 2002, Heywood *et al.* 2007). *Randia armata* y *R. tetracantha* se utilizan algunas veces para cercos vivos, los tallos de *Exostema caribaeum* y *Solenandra mexicana* para postes y morillos, mientras que a *Sommera grandis* se le ha observado como árbol de sombra en casas y cafetales.

El caso de *Coffea arabica* requiere una mención especial, pues es la principal especie de Rubiaceae que se cultiva, la cual, para desarrollarse adecuadamente y producir frutos, requiere altitudes entre 600 y 1 200 m y precipitaciones anuales promedio de 1 500 a 2 500 mm, sin heladas o sequías prolongadas (Moguel y Toledo 2004). La cafeticultura en nuestro país se considera como una actividad fundamental debido a que permite la integración de cadenas productivas, genera divisas y empleos, es el modo de subsistencia de pequeños productores (grupos indígenas), y tiene un impacto importante sobre la ecología de los bosques donde se cultiva (Escamilla *et al.* 2005).

A nivel internacional, México aporta 5% del volumen de café, situándose dentro de los cinco primeros productores, por debajo de países como Brasil, Colombia, Indonesia y Vietnam, sin embargo, ocupa el primer lugar como exportador de café orgánico certificado (Mas *et al.* 2007). Actualmente, el café se cultiva en 12 estados de la República Mexicana (Aguirre 1999, Bolaños *et al.* 2004, Sistema Producto Café 2006, Mas *et al.* 2007), dentro de una superficie aproximada de 684 000 ha, en 400 municipios e involucrando alrededor de 487 000 productores (Sistema Producto Café 2006). En los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz se genera 72% de la producción, 24% en Puebla, Guerrero, Hidalgo y San Luis Potosí, y el restante 4% se produce en los estados de Nayarit, Colima, Jalisco, Querétaro y Tabasco (Mas *et al.* 2007).

De acuerdo con el Padrón Nacional Cafetalero, en el 2006 la superficie con este cultivo en Colima ascendió a 1 279 ha (Sistema Producto Café 2006), y el estado cuenta con dos regiones cafetaleras: la primera en los municipios de Comala, Cuauhtémoc y Villa de Álvarez, con 56% de la superficie; la segunda la constituyen los municipios de Minatitlán y Manzanillo, con 44% de la superficie restante. Los rendimientos por hectárea varían de cuatro a seis quintales (Gordillo 2005, Sistema Producto Café 2006). En el estado

se cuenta con 15 organizaciones legalmente constituidas, de las cuales 12 corresponden a sociedades de producción, dos a la Unión de Ejidos y la restante a una empresa integradora (Sistema Producto Café 2006).

El cultivo del café tiene un impacto importante sobre los ecosistemas boscosos, ya que si bien es un cultivo de media sombra, éste se lleva a cabo en bosque tropical perennifolio, subcaducifolio y mesófilo de montaña. Sin embargo, a pesar de que el cultivo del café promueve la conservación de varias especies del estrato arbóreo superior, los bosques evidentemente se ven modificados en su estructura y composición florística (Villavicencio y Valdez 2003).

## Importancia ecológica

Las rubiáceas han evolucionado ecológicamente con preferencia por las zonas tropicales y húmedas, donde presentan su mayor riqueza, aunque algunos géneros están bien diversificados en las zonas subtropicales o templadas dentro del cinturón intertropical.

De las 60 especies registradas en el estado, 35 se han encontrado en un solo tipo de vegetación, 22 en dos o tres, y cuatro se presentan en más de tres comunidades vegetales. De las especies 50% se consignan al bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, 16% al bosque mesófilo de montaña, 13% a vegetación secundaria, 12% al bosque de *Quercus* y el resto al bosque de galería y bosque de *Pinus-Quercus* (apéndice 1).

Hay especies que son exclusivas de un tipo de comunidad vegetal, como *Augusta rivalis*, la cual siempre se encuentra ligada a corrientes de agua en bosque de galería o vegetación riparia. Las especies de *Borreria* prefieren la vegetación secundaria, *Exostema caribaeum* tiene una marcada preferencia por el bosque tropical caducifolio, mientras que *Gonzalagunia panamensis* la tiene por el bosque tropical subcaducifolio y *Psychotria horizontalis* por el bosque mesófilo de montaña. Las especies que muestran gran amplitud ecológica, registrándose en más de tres tipos de vegetación, incluyen a *Guettarda elliptica*, *Hamelia xorullensis*, *Randia aculeata* y *Richardia scabra* (apéndice 1).

Ecológicamente también debe resaltarse la importancia de las rubiáceas por sus síndromes de polinización: las flores han desarrollado estructuras florales y producción de néctar en formas muy variadas y especializadas, adecuadas para ser polinizadas por mariposas, polillas, moscas, aves y murciélagos (Judd *et al.* 2002).

## Estado de conservación

En la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), no se consigna ninguna de las especies de rubiáceas de Colima. En la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se señalan *Arachnotryx manantlanensis* (*Rondeletia manantlanensis*), *Balmea stormae*, *Bouvardia capitata* y *B. loesneriana* bajo la categoría de protección especial, de las cuales sólo *B. stormae* pasa las fronteras de México y llega hasta Guatemala, las tres restantes son endémicas a México y *A. manantlanensis* tiene una distribución muy restringida en Jalisco y Colima.

La estrategia de conservación de rubiáceas del estado implica mantener el hábitat en que ellas se desarrollan. Conservar poblaciones de *Arachnotryx manatlanensis*, la especie de distribución más restringida de las rubiáceas de Colima, requiere de mantener los escasos bosques mesófilos que existen en esta entidad federativa y donde el taxón crece, acompañado de la estrategia de reproducción de la especie en viveros, ya que tiene potencial para emplearse como planta ornamental.

Si consideramos que 50% de las especies de Rubiaceae de Colima se desarrollan en bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, se requerirá establecer estrategias de conservación de estas comunidades vegetales, con lo cual se garantizará la conservación del hábitat para al menos la mitad de las especies de rubiáceas de la entidad.

Teniendo en cuenta la importancia que reviste el cultivo del café en el estado y las divisas económicas que genera, es un agroecosistema que debiera mantenerse, ya que su sistema de cultivo permite la conservación de cuando menos el estrato arbóreo y arbustos altos de especies de varias familias, incluyendo especies de Rubiaceae de *Randia, Arachnotryx* y *Sommera*.

## Referencias


Aguirre S., F. 2009. El cultivo de café en México. Revista electrónica latinoamericana en desarrollo sustentable. En: <*http://vinculando.org.mercado/café/cafemex.html#_ftnref5*>, última consulta: febrero de 2009.

Anderson, L. y J.H.E. Rova. 1999. The *rps16* intron and the phylogeny of the Rubioideae (Rubiaceae). *Plant Systematics and Evolution* 214:161-186.

Bolaños, M.M., J. De los Santos E., J. López P., *et al.* 2004. *Café de sombra en el rincón de Ixtlán, sierra norte, Oaxaca, México*. Grupo Mesófilo/Fondo Mexicano para Conservación de la Naturaleza (FMCN).

Borhidi, A. 2006. *Rubiáceas de México*. Akadémiai Kiadú. Budapest. Hungría.

Escamilla, P.E., O. Ruiz R., G. Díaz P., *et al.* 2005. El agroecosistema café orgánico en México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 76:5-16.

Gordillo, M. 2005. Plan Rector del Sistema Producto Café del estado de Colima. En: <*http://www.campo-colima.gob.mx/SISTEMAPRODUCTO/planrector/plan-rectorcafe.pdf*>, última consulta: 6 de julio de 2015.

———. 2009. Plan Rector del Sistema Producto Café del estado de Colima. Consejo Estatal del Café (CECAFE)/Gobierno del Estado/CMC/Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)/Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural (INCA Rural).

Heywood, V.H., R.K. Brummitt, A. Culham, *et al.* 2007. *Flowering plants of the world*. Firefly Books. Ontario, Canadá.

Judd, S.W., C.S. Campbell, E.A. Kellogg, *et al.* 2002. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. 2a ed. Sinauer Associates. Sunderland, Reino Unido.

Mas, J.F., P. Moguel y Q. Hecquet. 2007. Un modelo de la distribución geográfica de los cultivos de café en México. Mapping Interactivo. México. En: <*http://www.mappinginteractivo.com/prin-iber.asp*>, última consulta: 27 de junio de 2015.

Moguel, P. y V. Toledo. 2004. Conservar produciendo: biodiversidad, café orgánico y jardines productivos. *Biodiversitas* 55:2-7.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas, G. Ibarra, *et al.* 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:271-295.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas-Guzmán y S.D. Koch. 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del arroyo de Agua Fría, municipio de Minatitlán, Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 84:24-72.

Palacio-Prieto, J.L., G. Bocco, J.F. Mas, *et al.* 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. Investigaciones Geográficas. *Boletín del Instituto de Geografía,* UNAM 43:183-203.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2006. Sistema Producto Café 2006. En: <*http://colimaproduce.net/contacto/sistemas-producto-de-colima/*>, última consulta: 6 de julio de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Soltis, D.E., P.S. Soltis, P.K. Endress, *et al.* 2005. *Phylogeny and evolution of angiosperms.* Sinauer Associates. Sunderland. Reino Unido.

SPP. Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Síntesis Geográfica de Colima. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

Vázquez, J.A., R. Cuevas-Guzmán, T. Cochrane, *et al.* 1995. Flora de Manantlán. Plantas vasculares de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *SIDA, Botanical Mycellany* 13:1-312.

Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophytha de México. *Interciencia* 28:160-167.

Villavicencio E., L. y J. Valdez H. 2003. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México. *Agrociencia* 37:413-423.

Wendt, T. 1998. Composición, afinidades florísticas y orígenes de la flora arbórea del dosel de los bosques tropicales húmedos de la vertiente mexicana del Atlántico. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución.* T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. Instituto de Biología (IBUNAM), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, pp. 581-664.

# Sapindales

Raymundo Ramírez-Delgadillo (†)
Jesús Jacqueline Reynoso-Dueñas
Hilda Julieta Arreola-Nava

## Introducción

Las Sapindales son un orden de plantas dicotiledóneas, genéticamente próximo a las Rosales; en las clasificaciones actuales incluyen, entre otras, a las familias de cítricos y zapote blanco (Rutaceae), mango y ciruelo (Anacardiaceae), incienso, copales y papelillos (Burseraceae), caoba y cedro rojo (Meliaceae), lichis y bolitario (Sapindales), tamarindillo (Simaroubaceae) y guayacán (Zygophyllaceae).

Este trabajo documenta el conocimiento actual sobre las Sapindales en el estado. La información presentada es el resultado de la revisión del Herbario Luz María Villarreal de Puga, del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG), así como de la consulta de artículos y monografías de las familias que integran este orden.

## Descripción

El orden Sapindales incluye arbustos, algunas veces bejucos o herbáceas. En el caso de los arbustos presentan cortezas lisas, fisuradas o que se desprenden en placas, con canales resiníferos, algunos de ellos con aromas agradables; algunas especies se caracterizan por presentar hojas compuestas, rara vez simples, con o sin glándulas aromáticas; flores dispuestas en inflorescencias, ya sea en racimos o panículas, con cáliz y corola de cinco partes, de color variable pero principalmente blanco, blanco-amarillento a violeta; poseen dos hileras de estambres, un disco


Ramírez-Delgadillo, R., J.J. Reynoso-Dueñas y H.J. Arreola-Nava. 2016. Sapindales. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, 252-257.

nectarífero a veces reducido a glándulas internas; el ovario es súpero, poseen una variedad de frutos que pueden ser drupas (fruto carnoso con un solo hueso), cápsula (fruto sincárpico, seco y usualmente dehiscente), hesperidios (fruto de los cítricos, es una baya de epicarpio grueso y esponjoso, dividido en secciones envueltas en telillas membranosas) o sámaras (fruto seco indehiscente cuyo pericarpio se halla extendido a modo de ala a fin de facilitar su dispersión). Las familias que integran este orden son ampliamente reconocidas ya que de ellas se utilizan sus frutos comestibles, como los cítricos (en especial del limón que es un fruto muy importante para la región de Tecomán, Colima), el mango, la ciruela, el lichi, el zapote blanco o, por su importancia en la ebanistería, las maderas preciosas como el caso de la caoba, el cedro rojo, el culebro y el guayacán.

En los sistemas de clasificación tradicionales más utilizados (Cronquist 1981, 1988), el orden Sapindales incluye a las familias Burseraceae, Sapindaceae, Meliaceae, Rutaceae, Simaroubaceae y Zygophyllaceae. La clasificación más reciente (APG II 2003), sólo difiere en la familia Zygophyllaceae que corresponde a Eurosidas I. Una de las diferencias más importantes es la inclusión de la familia Julianiaceae como parte de Anacardiaceae, mientras que en el sistema de Cronquist, ésta se mantiene separada como una familia (Cronquist 1981, 1988) (cuadro 1).

## Riqueza de especies, endemismos y estado de conservación

En el mundo, las Sapindales se encuentran integradas por 15 familias y cerca de 5 400 especies. Para Colima se contabilizan 46 especies en 31 géneros y seis familias (apéndice 1). No se incluye a la familia Burseraceae ya que es tratada de manera separada en este libro. Las familias más ricas en especies corresponden a las sapindáceas,

Cuadro 1. Posición taxonómica de las Sapindales, según dos diferentes esquemas de clasificación. Fuente: elaboración propia.

| Cronquist (1981, 1988) | APG 2003 |
|---|---|
| Magnoliophyta | Angiospermas |
| Magnoliopsida | Eudicotiledóneas |
| Rosidae | “Core” eudicotiledóneas |
| Sapindales | Rosidas |
| Anacardiaceae, Burseraceae, Meliaceae, Rutaceae, Julianaceae, Simaroubaceae, Sapindaceae y Zygophyllaceae | Eurosidas II |
| | Sapindales: Anacardiaceae (con Julianaceae), Burseraceae, Meliaceae, Rutaceae, Simaroubaceae, Sapindaceae |
| | Eurosidas I: Zygophyllaceae |

con 13 especies en ocho géneros, y las anacardiáceas con 11 especies en nueve géneros, el resto de las familias se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Riqueza de especies de las Sapindales. Fuente: elaboración propia.

| Familia | Géneros | Especies |
|---|---|---|
| Sapindaceae | 8 | 13 |
| Anacardiaceae | 9 | 11 |
| Meliaceae | 4 | 7 |
| Rutaceae | 4 | 6 |
| Simaroubaceae | 3 | 5 |
| Zygophyllaceae | 3 | 4 |

Respecto a endemismos, los miembros de estas familias se encuentran restringidos a diferentes extensiones; 31 especies (68%) de las que constituyen el orden presentan una distribución amplia (México, Centro y Sudamérica), 14 (30%) se restringen al occidente de México (desde Sinaloa hasta Guerrero) y sólo una especie (2%) se encuentra restringida a Colima, Jalisco y Michoacán.

Las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) y que se distribuyen en el estado incluyen al culebro (*Astronium graveolens*, Anacardiaceae) con la categoría amenazada (A) y al guayacán (*Guaiacum coulteri*, Zygophyllaceae) con categoría protección especial (Pr), ambas especies se distribuyen más allá de las fronteras de México. Por otra parte, dos especies se encuentran en el Apéndice II de la CITES: el cóbano *Swietenia humilis* y el guayacán *Guaiacum coulteri* (CITES 2008).

## Distribución y hábitats

A continuación se describen los tipos de vegetación asociados a las diferentes familias de Sapindales, siguiendo los esquemas propuestos por Rzedowski (1986) y Rzedowski y McVaugh (1966):

### Anacardiaceae (incluyendo Julianaceae)

Principalmente formando parte del bosque tropical caducifolio se encuentran las especies: *Amphipterygium adstringens* y *A. glaucum* (cuachalalates), *Cyrtocarpa procera* (copalcojote), *Spondias purpurea* (ciruela), *S. mombin* (jobo) y *Comocladia engleriana* (hincha huevos), especies que se desarrollan en suelos de origen volcánico, mientras que *Pseudosmodigium perniciosum* (hincha huevos) sólo se presenta en suelos calcáreos. En el bosque tropical subcaducifolio se presentan *Astronium graveolens* (culebro) y *S. mombin* (jobo). En lo que respecta a los bosques de *Quercus*, de coníferas y mesófilo de montaña, se registra a *Rhus terebenthifolia* (agritos) y *Toxicodendron radicans* subsp. *barkleyi* (hiedra venenosa).

### Meliaceae

La especies de esta familia forman parte principalmente del bosque tropical caducifolio, incluyendo *Cedrela salvadorensis, Swietenia humilis* (cóbano) y *Trichilia americana* (periquillo). En el bosque tropical subcaducifolio se encuentra *Guarea glabra* (ambarito o periquillo), mientras que *Trichilia trifolia* subsp. *palmeri* se encuentra en sitios de transición (ecotonos) entre el bosque tropical subcaducifolio y el bosque espinoso. Cabe hacer notar que tanto *Trichilia havanensis* como *T. hirta* son parte del bosque tropical caducifolio, pero en ocasiones se localizan en áreas de ecotono con el bosque de *Quercus*.

### Simaroubaceae

Esta es una familia con especies distribuidas tanto en la región tropical como templada. En el bosque tropical caducifolio encontramos a *Alvaradoa amorphoides* (sarcillo o tamarindillo) y *Picrasma mexicana*, mientras que *Recchia mexicana* está presente en sitios cercanos a dunas costeras. En ecotonos entre el bosque tropical subcaducifolio y en bosque mesófilo de montaña, es frecuente encontrar a *Picramnia guerrerensis* (cafecillo) y *P. antidesma* (colorín). Esta familia en México está integrada por ocho a nueve géneros y cerca de 23 especies (Medina y Chiang 2001).

### Rutaceae

Especies de esta familia se encuentran formando parte del bosque tropical caducifolio: *Ptelea trifoliata* (palo zorrillo), *Casimiroa edulis* (zapote blanco), *Zanthoxylum fagara* (pochotillo). Por su parte, *Z. insulare* y *Z. mollissimum* forman parte del bosque tropical subcaducifolio, mientras que *Ptelea trifoliata* (palo zorrillo) se encuentra presente en el ecotono entre el bosque de *Quercus* y el bosque tropical caducifolio.

### Sapindaceae

Las especies dentro de esta familia se encuentran formando parte principalmente del bosque tropical caducifolio, destacan: *Cardiospermum halicacabum*, *Sapindus saponaria* (bolitario), *Thouinia serrata* (guayabillo) y varias especies del género *Serjania*. En el bosque tropical subcaducifolio se encuentran las especies *Cupania dentata, C. macrophylla, Paullinia sessiliflora* (guamuchililllo cimarrón), en tanto que *Thouinidium decandrum* crece en sitios cercanos a orillas de arroyos. *Dodonaea viscosa* (jarilla) ocupa áreas de ecotono entre el bosque de *Quercus* y el bosque tropical caducifolio, encontrándose de muy frecuete en áreas donde ha existido disturbio.

### Zygophyllaceae

Las especies que integran esta familia son principalmente tropicales, aunque algunas herbáceas se localizan formando parte del bosque de *Quercus*. En el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio se encuentra *Guaiacum coulteri* (guayacán), mientras que en áreas abiertas de estos tipos de vegetación crecen *Kallstroemia maxima, K. rosei* y *Tribulus cistoides.* Estas últimas especies pueden encontrarse también en sitios arenosos, ya sea en áreas perturbadas o como parte de dunas costeras.

## Importancia económica y ecológica

### Especies ponzoñosas

Las especies conocidas como hincha huevos (*Comocladia engleriana* y *Pseudosmodigium perniciosum*) y la hiedra venenosa *(Toxicodendron radicans*), pertenecen a la familia Anacardiaceae y se conocen por producir reacciones cutáneas alérgicas al contacto con su corteza y sus hojas, debido a la presencia de compuestos fenólicos en las resinas, a eso se debe el nombre que reciben; causan daño en la forma de dermatitis e hinchazones que en ocasiones pueden derivar en la hospitalización del paciente.

### Especies comestibles

La mayoría de las familias que integran el orden Sapindales presentan frutos comestibles que son de importancia económica local o regional, como es el caso de la ciruela *(Spondias purpurea*) cuyos

frutos amarillos o rojos son muy apetecidos. Entre las especies silvestres que son utilizadas con este fin se cuentan *Cyrtocarpa procera* (copalcojote), *Spondias purpurea* (ciruela) y *S. mombin* (jobo) de la familia Anacardiaceae; *Casimiroa edulis* (zapote blanco) de la familia Rutaceae, y menos aprovechada *Paullinia sessiliflora* (guamuchilillo cimarrón) de las sapindáceas.

### Otros usos

Las especies que presentan un mercado más amplio por el uso de algunas de sus partes vegetales con fines medicinales son *Amphipterygium adstringens* (cuachalalate) y *A. glaucum*. Especies indicadoras de disturbio son *Dodonaea viscosa* (jarilla) de las sapindáceas y *Ptelea trifoliata* (palo zorrillo) de las rutáceas. Entre las especies que presentan un uso más industrial tenemos a *Bursera* spp. (copales y papelillos). Estos últimos son también ampliamente usados como cercos vivos.

El resto de las especies que se citan en el apéndice 1 son parte importante en la composición florística de diferentes tipos de vegetación y por tal motivo su valor radica en el mantenimiento del sistema, ya que su papel en la alimentación de aves y mamíferos es primordial, a su vez éstos son vectores importantes para su polinización y dispersión. Otros productos importantes derivados de miembros de este orden son el cóbano (*Swietenia humilis*), por su madera, aunque también a últimas fechas se está utilizando como árbol de reforestación en camellones y orillas de carreteras.

## Amenazas y conservación

La importancia del bosque tropical caducifolio de Colima se refleja en su riqueza y diversidad de especies de Sapindales. Le sigue en prioridad el bosque tropical subcaducifolio, los ecotonos entre el bosque de *Quercus* y los bosques tropicales, y en menor medida el bosque mesófilo de montaña y las dunas costeras.

Dentro de las actividades que ponen en riesgo las Sapindales de Colima se identifican los cambios de uso de suelo debidos a exploraciones mineras, ampliaciones de comunidades y ciudades, turismo y actividades agropecuarias. Se sugiere tener mayor rigurosidad en la evaluación de los impactos ambientales y particularmente en la vegetación, resultado de la ejecución de proyectos de muy diversa índole. Como ejemplo referimos a la industria de la cal: los sitios donde ésta es explotada frecuentemente presentan un gran número de endemismos, debido al tipo de suelo tan especial.

## Referencias

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2015. Apéndices I, II y III. Secretaría de la CITES. En: <*http://www.cites.org/esp/app/appendices.php*>, última consulta: 10 de marzo de 2015.

Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. Nueva York. Estados Unidos de América.

——— . 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2a ed. The New York Botanical Garden. Nueva York. Estados Unidos de América.

Medina L., R. y F. Chiang-Cabrera. 2001. Simaroubaceae. En: *Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán*. Instituto de Biología (IBUNAM). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D.F.

Rzedowski, J. y R. Mcvaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 9:1-123.

Rzedowski, J. 1986. *La vegetación de México*. Limusa. México, D.F.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

# Copales y cuajilotes (Burseraceae)

Rosalinda Medina-Lemos

## Introducción

La familia de las burseras comprende 19 géneros y aproximadamente 600 especies en el mundo, de las cuales nueve géneros y 240 especies se encuentran en América. En México se conocen tres géneros y 110 especies. Colima tiene registrada la presencia del género *Bursera* con 23 especies (Rzedowski *et al.* 2005); este género se distribuye principalmente en América y México es el centro primario de diversidad del género.

## Descripción

En Colima el género *Bursera* consiste principalmente de árboles y pocos arbustos deciduos (excepto *B. simaruba*) que miden entre cuatro y 12 m de altura. Los troncos son robustos, de corteza lisa y exfoliante (que se desprende o desgaja) o no exfoliante; los exfoliantes son muy vistosos por presentar cortezas de color amarillo, anaranjado o rojo, en cambio los no exfoliantes generalmente son grises; frecuentemente contienen resina o aceites aromáticos, o látex lechoso que al entrar en contacto con el aire se oxida y se vuelve negro, este látex puede ser tóxico. Las hojas son compuestas, es decir, una o varias veces divididas y de tamaño medio a grande; el eje al que se unen las partes de la hoja, o folíolos, puede presentar un crecimiento de tejido similar al de la hoja y formar un raquis alado. Si los folíolos están unidos directamente al eje se les dice sésiles, si se unen mediante otro eje a la hoja son peciolados; el borde de las hojas puede ser entero o presentar dientes y la superficie



Medina-Lemos, R. 2016. Copales y cuajilotes (Burseraceae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 258-262.

puede ser lisa o tener pelos, son brillantes u opacas. Las flores por lo común crecen en la porción terminal de las ramas, son blancas, amarillas o rojizas, y en general son diminutas, menores de 4 mm de largo, pueden o no presentar glándulas.

Los frutos cuando inmaduros semejan una drupa, son ligeramente carnosos, verde-rojizos, al madurar se vuelven leñosos y abren en 2-3 partes para exponer la semilla, la cual está cubierta por una capa carnosa o pseudoarilo de color amarillo, anaranjado, rosa o rojo, rara vez blanquecino, estos colores la hacen atractiva para las aves, quienes son los principales dispersores naturales.

Dentro del género *Bursera* los taxónomos reconocen dos grandes grupos: la sección *Bullockia* (integrada por los árboles de corteza gris que no exfolia) y la sección *Bursera* (donde se agrupan las especies que presentan cortezas exfoliantes de color rojo, anaranjado o amarillo).

Como estos árboles han estado ligados a la vida cotidiana de los pobladores de México, desde la época prehispánica, ya son conocidos bajo los nombres de copales y cuajiotes. Cuajiote es una palabra de origen náhuatl, que significa lepra, el nombre alude al carácter exfoliante de la corteza de estos árboles porque "se despellejan". En términos generales los copales corresponden a los árboles de corteza lisa y gris (sección *Bullockia*) y los cuajiotes (sección *Bursera*) a los árboles que desprenden su corteza en colores.

En Colima hay 13 cuajiotes y 10 copales (cuadro 1). Entre los primeros hay tres que son cuajiotes amarillos y 10 son cuajiotes rojos. A estos últimos también les dan el nombre común de mulatos en diversas zonas del país.

**Cuadro 1.** Especies del género *Bursera* registradas para el estado. (*) = Especies con uso potencial, en lo referente a la extracción de resinas y aceites esenciales. Fuente: elaboración propia.

| Cuajiotes | Copales |
|---|---|
| *Bursera arborea* | *Bursera bipinnata** |
| *Bursera confusa* | |
| *Bursera denticulada* | *Bursera citronella** |
| *Bursera discolor* | *Bursera copallifera** |
| *Bursera fagaroides* | *Bursera epinnata* |
| *Bursera grandifolia* | *Bursera excelsa* |
| *Bursera instabilis* | *Bursera heteresthes* |
| *Bursera kerberi* | *Bursera macvaughiana* |
| *Bursera multijuga* | *Bursera penicillata* |
| *Bursera ovalifolia* | |
| *Bursera roseana* | *Bursera sarcopoda* |
| *Bursera schlechtendalii* | *Bursera trifoliolata* |
| *Bursera simaruba* | |

## Diversidad

México es el centro primario de diversidad de este género; de las casi 100 especies que se conocen hasta ahora en México 23 se han registrado en Colima (Rzedowski *et al.* 2005, apéndice 1). Este es un porcentaje alto, considerando el tamaño relativamente pequeño del territorio estatal (5 455 $km^2$), sobre todo si se compara el número de especies de Colima con la riqueza que presentan los estados que son varias veces más grandes en superficie, por ejemplo Nayarit sólo registra 13 especies, Sinaloa 11 y Sonora nueve especies. Sin embargo, es importante mencionar que el estado está pobremente explorado, lo cual es evidente al revisar las colecciones botánicas más grandes del país (Escuela Nacional de Ciencias Biológicas – ENCB–, Instituto Politécnico Nacional –IPN– y Herbario Nacional –MEXU-UNAM–) donde el material botánico de la entidad es muy escaso. Por lo tanto, es probable que otras especies del género, tales como *Bursera ariensis, B. infernidialis, B. palaciosii, B. ribana* y *B. vazquezyanesii,* estén presentes en el territorio estatal y aparezcan en futuras exploraciones. De las 23 especies del estado ninguna es endémica, sólo *B. macvaughiana* está restringida al estado y a áreas adyacentes a Jalisco.

## Distribución

La mayor parte de las especies que pertenecen al género *Bursera* habitan en el bosque tropical caducifolio, donde representan a las especies dominantes del estrato arbóreo, junto con algunas especies de leguminosas. También se presentan en el bosque tropical subcaducifolio y en las zonas de transición de estas comunidades con el bosque de *Quercus*.

Las condiciones ambientales donde crecen estas comunidades son particularmente secas (como en las llanuras de Tecomán), con lluvias en verano. Es decir, los lugares donde se encuentran estas especies cuentan con precipitación solamente por un periodo de tres meses (precipitación anual 860 mm), con el resto del año prácticamente sin lluvias. Ante esta situación la respuesta de los árboles es mostrar una fenología decidua, con la cual se economiza eficientemente el agua almacenada en sus troncos; la ausencia de follaje baja al mínimo la transpiración y la fotosíntesis se realiza a través de los troncos. Las burseras crecen sobre diversos sustratos geológicos (basálticos, calizos, riolíticos, etc.) y no tienen preferencia por algún tipo de suelo. Su distribución no rebasa los 1 900 m de altitud, en Colima la mayor concentración de especies ocurre entre 0 y 1 500 msnm (Rzedowski 1986).

## Importancia

Estos árboles son usados desde épocas remotas por los pobladores locales. La mayor parte de los cuajiotes son utilizados para construir cercas vivas, ya que tienen la capacidad de propagarse vegetativamente a partir de estacas. De los copales, al menos dos especies (*Bursera bipinnata* y *B. copallifera*), se explotan a nivel local para la extracción de resinas conocidas como incienso o mirra usadas en ceremonias religiosas. Otro copal, *B. citronella*, produce un aceite esencial muy apreciado por su aroma, que se extrae localmente a baja escala.

Tanto copales como cuajiotes de la región tienen gran valor potencial a nivel estatal. Los cuajiotes pueden ser una muy buena opción para reforestar

las áreas donde la vegetación natural del bosque tropical caducifolio ha desaparecido y donde se está dando también la pérdida de suelo. Actualmente los campesinos sólo los utilizan en sus espacios inmediatos, para formar cercos alrededor de sus casas o de los corrales para ganado. No obstante, a nivel estatal son los árboles ideales para programas de reforestación, dada su facilidad de propagación por estacas, crecen relativamente rápido y sus requerimientos de riego son mínimos. Por otro lado, las resinas y aceites que se obtienen de los copales tienen un gran valor comercial a nivel nacional e internacional. En otras entidades del país son recursos explotados a gran escala por los pobladores del campo. Los antecedentes sobre la extracción de aceites de algunas especies del género *Bursera* sugieren que es posible explorar y desarrollar una industria de productos a partir de ellos, con buen mercado sobre todo en la industria de la perfumería o en las novedades de tratamientos de aromaterapia (Hersch-Martínez y Glass 2006). En otras regiones del país los habitantes han usado la madera de varias especies de copal para crear una industria de artesanías (Hernández-Apolinar *et al.* 2005).

## Situación actual y amenazas para su conservación

En la actualidad, en todo el país existe la tendencia de talar los árboles del bosque tropical caducifolio para dar paso a zonas ganaderas, y Colima no es la excepción. Lamentablemente el trabajo conjunto entre las diversas secretarías de Estado para contrarrestar ese hecho es nulo o muy escaso, reflejo de ello son las contradicciones entre los objetivos de los programas oficiales de conservación y las políticas y programas de desmontes con fines ganaderos y establecimiento de monocultivos. La remoción y quema de la vegetación natural también se realiza para favorecer a las grandes constructoras de fraccionamientos residenciales y zonas hoteleras quienes desarrollan proyectos turísticos. Al respecto, los estudios de impacto que requieren las autoridades ambientales para aprobar proyectos de infraestructura, por ejemplo, se han convertido en simples trámites que adquieren la forma de largas listas de nombres de plantas o animales, cuya afectación será su eventual destrucción.

## Acciones de conservación

Los siguientes aspectos se consideran prioritarios para promover la conservación de las comunidades a las que pertenecen las especies de burseras:

Diseñar e implementar programas de educación ambiental orientados a apreciar lo que se tiene en la región. Se propone relacionar las esferas académicas y de investigación con las instituciones encargadas de llevar a cabo los programas de educación ambiental, así como incrementar significativamente los recursos económicos para su desarrollo eficaz.

Probablemente el aspecto más importante es conocer los recursos que se tienen para poder valorarlos. Es necesario que las instancias gubernamentales locales, u otras instituciones federales y de investigación, brinden los apoyos necesarios para dar continuidad a los inventarios de la flora y la fauna. Esto es particularmente importante ante la escasez de recursos económicos para llevar a cabo trabajos de inventarios flo-

rístico o faunístico, los cuales han dejado de considerarse prioritarios para la ciencia. La atención que se brinda a otros enfoques, como la elaboración y utilización de bases de datos, no debe utilizarse como argumento para no destinar recursos a los estudios de inventarios florísticos y faunísticos.

## Conclusiones

Debe protegerse a todas las especies del género *Bursera*, por ser un grupo principalmente mexicano, es decir, "patrimonio de la humanidad"; que corresponde cuidar a todos los ciudadanos. Son los árboles dominantes del bosque tropical caducifolio y su tala por intereses ganaderos "temporales" fomenta la pérdida de biodiversidad y suelo. Es relevante la elaboración de planes de manejo bien planteados para la explotación de las especies que ofrecen diversos productos y reditúen así en beneficios económicos a las poblaciones locales, ello si se hace una explotación racional (madera, resina y aceites). A nivel local la población rural reconoce propiedades medicinales en la corteza o frutos de varios árboles, pero esta información se está perdiendo por la la falta de transmisión oral, de padres a hijos.

## Referencias


Hernández-Apolinar, M., T. Valverde y S. Purata. 2005. Demography of *Bursera glabrifolia,* a tropical tree used Norfolk woodcrafting in southern Mexico: an evaluation of its management plan. *Forest Ecology and Management* 223:139-151.

Hersch-Martínez, P. y R. Glass. 2006. *Linaloe: un reto aromático. Diversas dimensiones de una especie mexicana Bursera linanoe.* Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). México.

Rzedowski, J. 1986. *La vegetación de México*. Limusa. México, D.F.

Rzedowski, J., R. Medina-Lemos y G. Calderón de Rzedowski. 2005. Inventario del conocimiento taxonómico, así como de la diversidad y del endemismo regionales de las especies mexicanas de *Bursera* (Burseraceae). *Acta Botánica Mexicana* 70:85-111.

# Moráceas
## (Moraceae)

Guillermo Ibarra-Manríquez
Guadalupe Cornejo-Tenorio

## Introducción

Moraceae es una de las familias de angiospermas más características de las zonas tropicales de la Tierra. A pesar de que la delimitación taxonómica de la familia ha sido considerada tradicionalmente compleja, se estima que contiene 37 géneros, de 1 050 a 1 100 especies, con 19 géneros y cerca de 270 especies en el Neotrópico (Berg 2001, Datwyler y Weiblen 2004). Si bien las moráceas se localizan en diversos tipos de vegetación, por ejemplo en manglares, bosques templados y selvas tropicales, es en estas últimas donde se les considera de mayor importancia, ya que destaca por su número de géneros o especies, así como por su abundancia o el aporte de biomasa de sus miembros, particularmente los pertenecientes al género *Ficus*. La familia se distribuye en los cinco reinos fitogeográficos reconocidos para nuestro planeta: Australiano, Cabo, Holártico, Neotropical y Paleotropical. Berg (1977) discute que considerando las formas primitivas y avanzadas de las flores e inflorescencias y la evolución de las formas de crecimiento, el orden Urticales, al cual pertenecen las moráceas, se originó en los bosques tropicales húmedos de baja altitud.

Las especies de Moraceae presentan diferentes tipos de usos para los humanos. Varios géneros nativos a México, por ejemplo *Poulsenia* o *Pseudolmedia*, poseen especies con frutos comestibles. Algunas especies originarias del continente asiático poseen también frutos comestibles, como el árbol del pan (*Artocarpus* spp.), el higo (*Ficus carica*) o la mora (*Morus alba*), esta última es más conocida porque sus hojas alimentan al

Ibarra-Manríquez, G. y G. Cornejo-Tenorio. 2016. Moráceas (Moraceae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. conabio. México, pp. 263-270.

gusano de seda. En México se ha documentado que varias especies son maderables (*Poulsenia armata* y el tomatillo, *Pseudolmedia glabrata*), forrajeras o medicinales (*Ficus* spp. o *Brosimum alicastrum*). En México no puede dejar de mencionarse la extracción tradicional de látex (hule cimarrón), obtenido de *Castilla elastica*. Finalmente, *Brosimum alicastrum* presenta usos ornamentales, así como varias especies asiáticas del género *Ficus*, entre las que pueden citarse el laurel (*F. benjamina* o *F. microcarpa*) y el hule (*F. elastica*).

La mayoría de las especies de esta familia son arbóreas, aunque también se encuentran hemiepífitas, arbustos, trepadoras y hierbas. La propuesta más aceptada para delimitar taxonómicamente a Moraceae fue basada en los tipos de inflorescencia (Corner 1962). A la luz de múltiples atributos morfológicos, biogeográficos y de ADN, Sytsma *et al.* (2002) coinciden en delimitar cinco tribus, aunque recientemente Datwyler y Weiblen (2004) modificaron la ubicación de ciertos géneros: *a)* Artocarpae con siete géneros (en México se encuentran *Artocarpus* y *Clarisia*) y 69 especies; *b)* Castilleae con 11 géneros (*Castilla*, *Poulsenia* y *Pseudolmedia*) y 58 especies; *c)* Dorstenieae con ocho géneros (*Brosimum* y *Dorstenia*) y 128 especies; *d)* Ficeae, conformada únicamente por el género *Ficus*, con 750 especies y *e)* Moreae con 10 géneros (*Maclura*, *Morus*, *Sorocea* y *Trophis*) y 87 especies.

Si bien la mayoría de las especies de Moraceae son leñosas (solamente 10% son hierbas, en su mayoría pertenecientes al género *Dorstenia*), es necesario destacar que es posible observar variantes de crecimiento muy interesantes en los árboles. Para empezar las especies pueden reproducirse una vez que alcanzan 2 m de altura, aunque el tamaño máximo de éstas puede alcanzar hasta 12 m (por ejemplo, miembros del género *Trophis*). Sin embargo, la mayoría de las moráceas son características de los estratos medios y superiores de las comunidades dominadas fisonómicamente por árboles, donde pueden alcanzar hasta 40 m, como las especies emergentes *Brosimum alicastrum*, *Poulsenia armata* o varias especies del género *Ficus*.

Berg (2001) indica que cerca de 30% de las especies de Moraceae (subgénero *Urostigma* y una sección del subgénero *Sycidium*) son hemiepífitas, es decir, las plantas germinan sobre ramas o troncos de árboles, desarrollando raíces que una vez que alcanzan el suelo permiten el crecimiento de la planta y eventualmente su madurez sexual (Berg 1990). En esta etapa las especies pueden coexistir con la planta hospedera o matarla si el crecimiento es vigoroso, principalmente por la sombra que produce su copa o bien porque la proliferación de las raíces presiona mecánicamente el tronco del hospedero, lo que impide el transporte de agua y savia a través del tronco, produciendo su muerte, por lo que comúnmente estos árboles son llamados matapalos. Una alternativa más sobre cómo crecen las hemiepífitas es que germinen y se establezcan sobre rocas (especies rupícolas). En Moraceae también se pueden encontrar, aunque en menor proporción, especies arbustivas y trepadoras (Berg 2001).

Las estructuras florales sugieren que en la familia prevalece la polinización por viento y por insectos (Berg 2001). Entre los casos conocidos de polinización entomófila destaca indudablemente la del género *Ficus*, la cual es realizada por

avispas de la familia Agaonidae, una interacción obligada y beneficiosa para ambos interactuantes, ya que las avispas dependen exclusivamente del higo para su desarrollo y reproducción, en tanto que las flores de los ficus no pueden producir frutos sin la cooperación de los insectos (Wiebes 1979, Berg 1990, 2001, Weiblen 2002, Cook y Rasplus 2003).

Por otro lado, es posible encontrar cinco tipos de dispersión para las infrutescencias o frutos de las moráceas (Berg 2001): *a)* por agua (hidrocoria, en varias especies de *Ficus*); *b)* en las plumas de aves o el pelo de los mamíferos (epizoocoria en *Trymatococcus amazonicus* o *Ficus* spp.); *c)* por hormigas (mirmecocoria, en varios miembros de *Ficus*); *d)* por expulsión del endocarpo en las drupas que se abren para dejar expuestas "las semillas" (autocoria, en plantas de los géneros *Antiaropsis*, *Dorstenia* o *Streblus*) y *e)* por ingestión de vertebrados (endozoocoria, en *Brosimum*, *Clarisia*, *Ficus* o *Pseudolmedia*). Los tres primeros vectores son raros y el grueso de la familia puede ser incluida dentro de las categorías de autocoria y endozoocoria. Existe amplia literatura que documenta la gran importancia de este último fenómeno en la diversidad y estructura en las comunidades vegetales, particularmente de las localizadas en los trópicos (Andresen 1999, Shanahan *et al.* 2001, Harrison 2005).

## Diversidad en México

En México se han registrado 43 especies de moráceas, distribuidas en 11 géneros. Dentro del continente americano, el número de géneros en México es intermedio, ya que los valores mínimos se han registrado en Argentina y en los países del Caribe, en tanto que el valor máximo se presenta en Ecuador y Costa Rica. Sin duda alguna la mayor diversidad de especies de Moraceae se localiza en Sudamérica, destacando Brasil con 208 especies, una cifra que sobrepasa ampliamente a las obtenidas en el resto de los países americanos (cuadro 1). Considerando la tendencia natural a la diversificación que se presenta en la familia, el género *Ficus* es el que más especies contiene (68.7%). En el cuadro 1 se observa que, independientemente del país que se compare, este género es el de mayor relevancia, con proporciones que van desde 28.8% en Brasil, hasta 71.4% en Honduras. Para el Neotrópico, Berg (2001) reconoce ocho subdivisiones fitogeográficas para Moraceae, incluyendo el sureste de México, noroeste de Centroamérica (Guatemala) y las Grandes Antillas, con 41 especies endémicas.

En México, el género más diverso de la familia es *Ficus*, con 22 especies (Ibarra-Manríquez *et al.* 2012), seguido por *Dorstenia* y *Trophis*, con cinco y cuatro especies, respectivamente. Al igual que la familia, las especies de *Ficus* han sido registradas en los cinco reinos biogeográficos reconocidos para las plantas en el mundo (Australiano, Cabo, Holártico, Neotropical y Paleotropical). Con excepción de *Dorstenia* y *Trophis*, presentes en el reino Neotropical y Paleotropical, el resto de los géneros nativos de Moraceae mexicanos tienen una distribución restringida al reino Neotropical (*Brosimum*, *Castilla*, *Clarisia*, *Maclura*, *Morus*, *Poulsenia*, *Pseudolmedia* y *Sorocea*). El número de especies de Moraceae restringidas a México es de mediana cuantía (11.6%), con cinco especies: *Dorstenia excentrica*, *D. uxpanapana*, *Ficus lapathifolia*, *F. petiolaris*, *F. pringlei* y *Trophis noraminervae*.

A nivel de los estados de México, si se compara la riqueza florística de Moraceae entre los estados que se consideran más diversos y los vecinos con Colima, se reportan de seis a 11 géneros, esta última cifra registrada en Veracruz (cuadro 1).

Cuadro 1. Número de géneros y especies de Moraceae, indicando las especies pertenecientes al género *Ficus* para diferentes países del continente americano (Standley y Steyermark 1946, Adams 1972, Molina 1975, Burger 1977, D'Arcy 1987, Brako y Zarucchi 1993, Carauta *et al.* 1996, Liogier 1996, Jørgensen y León-Yánez 1999, Zuloaga y Morrone 1999, Balick *et al.* 2000, Pool y Stevens 2001) y algunos estados de México.

| País o estado ($km^2$) | Géneros | Especies | Especies de *Ficus* / (%) |
|---|---|---|---|
| **Sudamérica** | | | |
| Argentina | 6 | 17 | 7 (41.2) |
| Brasil | 17 | 208 | 60 (28.8) |
| Ecuador | 18 | 120 | 54 (45.0) |
| Perú | 17 | 112 | 44 (39.3) |
| **Centro y Norteamérica** | | | |
| Belice | 8 | 36 | 22 (61.1) |
| Guatemala | 13 | 53 | 27 (50.9) |
| Costa Rica | 18 | 75 | 39 (51.3) |
| Honduras | 9 | 35 | 25 (71.4) |
| México | 11 | 45 | 22 (48.8) |
| Nicaragua | 13 | 58 | 33 (56.9) |
| Panamá | 16 | 41 | 22 (53.6) |
| El Caribe | | | |
| República Dominicana | 6 | 17 | 7 (41.2) |
| Jamaica | 7 | 11 | 7 (63.6) |
| **México** | | | |
| Colima (5 607) | 6 | 20 | 13 (65.0) |
| Chiapas (73 023) | 9 | 34 | 18 (52.9) |
| Jalisco (78 628) | 7 | 22 | 13 (59.1) |
| Michoacán (58 994) | 7 | 18 | 12 (66.6) |
| Oaxaca (92 294) | 10 | 31 | 15 (48.3) |
| Veracruz (68 237) | 11 | 32 | 17 (53.1) |

## Diversidad

Las moráceas se encuentran representadas en el territorio colimeño por seis géneros nativos que incluyen 20 especies, 13 de las cuales pertenecen a *Ficus* (apéndice 1). Con base en la distribución potencial de *Castilla elastica,* sugerida por Pennington y Sarukhán (2005), Padilla *et al.* (2006) incluyeron esta especie en su inventario de los árboles de Colima. Sin embargo, a pesar de que los tipos de vegetación y altitudes donde se ha registrado esta especie en México se presentan también en Colima, su presencia en este estado es poco probable; su distribución conocida en la vertiente del Pacífico alcanza con certeza solamente a Chiapas y Oaxaca. Si bien el conocimiento florístico de Colima empieza a mejorar en los últimos años (McVaugh 1987, Santana-Michel *et al.* 1998, Padilla-Velarde *et al.* 2006), si se le compara con otros sitios de México puede afirmarse que existen escasas recolectas botánicas de su flora y las moráceas no son la excepción. Por esta razón se espera que la información presentada en esta contribución cambie una vez que se incremente la exploración botánica en la entidad, sobre todo en lugares con baja perturbación o alejados de las vías principales de comunicación.

La riqueza de especies de las moráceas de Colima equivale a un poco más de la mitad de la que se encuentra en los estados de Chiapas, Oaxaca o Veracruz, no obstante las grandes diferencias que presentan estas entidades respecto a su territorio (cuadro 1). El número de géneros y especies en Colima es similar a las de los estados vecinos de Jalisco y Michoacán, a pesar que estos últimos también son considerablemente más grandes en superficie. El patrón de dominancia florística ejercido por *Ficus* en los estados mexicanos es análogo al encontrado a una escala continental y en general en toda la familia Moraceae, con la mayor dominancia registrada en Michoacán y Colima (cuadro 1). No es de extrañar entonces que este género haya ocupado la tercera posición entre los registrados para la flora arbórea de Colima (Padilla-Velarde *et al.* 2006).

Las moráceas colimeñas han sido registradas en ocho tipos de vegetación. Debido probablemente a su mayor superficie con respecto a otros tipos de coberturas vegetales, en el bosque tropical caducifolio se presentan 12 especies, siguiendo en relevancia el bosque tropical subcaducifolio con 10 especies. *Ficus pertusa* y *F. velutina* son las que se presentan en más tipos de vegetación, mientras que siete especies sólo han sido recolectadas en una sola categoría de vegetación (apéndice 1).

Aunque prácticamente no se dispone de datos cuantitativos publicados sobre la dominancia de especies por tipos de vegetación, Padilla *et al.* (2008) mencionan tres especies dominantes de las comunidades vegetales de la localidad Arroyo Agua Fría (apéndice 1). A nivel fisonómico puede mencionarse que en el bosque de galería y en los arroyos de otro tipo de comunidades, como el bosque mesófilo de montaña o el bosque tropical subcaducifolio, son frecuentes los individuos de gran porte pertenecientes a *Brosimum alicastrum*, *Ficus insipida* y *F. crocata*. En vegetación secundaria y especialmente en pasturas antropogénicas para la crianza de ganado, no es raro observar miembros de Moraceae, particularmente del género *Ficus*. Finalmente, en el apéndice 1 se observa que debido a su sensibilidad a heladas, el intervalo altitudinal que ocupan las moráceas en

Colima está restringido a altitudes menores de 1 650 msnm (apéndice 1).

## Importancia y usos

La importancia económica de las especies nativas de Moraceae se considera de mediano nivel. Por ejemplo, si bien es cierto que varias especies poseen frutos comestibles: *Brosimum alicastrum* (ramón), *Maclura tinctoria* (mora) o varios miembros de *Ficus* (amates, matapalos o higueras), éstos no trascienden a una escala comercial amplia. Una situación análoga se documenta para el látex antihelmíntico de algunas especies de *Ficus* (por ejemplo *F. insipida* o *F. petiolaris*) o de *Brosimum alicastrum*. Lo que sí tiene un manejo más extendido en México son los frutos y hojas de *B. alicastrum* y de varias especies de *Ficus*, considerados un forraje excelente, especialmente durante la época de sequía (Pennington y Sarukhán 2005). A esto obedece su difundida presencia como árboles de sombra para el ganado en las praderas que sustituyen a los bosques tropicales.

Una utilización paralela a lo anterior es el uso de las especies de *Ficus* como cercas vivas, ya que son propagadas por medio de ramas gruesas o troncos para delimitar las pasturas de ganado. Algunas moráceas de Colima son consideradas como maderables, entre las más conocidas están *Brosimum alicastrum*, *Ficus insipida* y *Maclura tinctoria*. Finalmente, no es posible obviar la importancia que *Ficus petiolaris* (tescalame) tuvo para la elaboración del famoso papel amate.

Contrario a lo anterior, en ambientes citadinos como plazas o calles es preocupante la proliferación excesiva de especies ornamentales tales como el laurel (*Ficus benjamina* o *F. microcarpa*) o el árbol del hule (*F. elastica*). Esta práctica tiene varios inconvenientes, ya que además de tratarse de especies introducidas (todas originarias de Asia), su establecimiento afecta severamente las banquetas o bardas de casas, las cuales son deterioradas o destruidas por el masivo crecimiento de raíces de los árboles. La altura que pueden alcanzar y la masiva copa que desarrollan estas especies causan problemas sobre instalaciones eléctricas y las fachadas de las casas, sin olvidar que estas características dificultan su poda.

Un asunto adicional es que estos individuos son propagados generalmente por medio de ramas, lo que sugiere que la diversidad genética de estas poblaciones es baja y en algún momento podrían ser atacadas masivamente por alguna plaga, acarreando un problema sobre las áreas verdes, como sucedió no hace mucho con las especies de eucaliptos, las cuales también son exóticas en México (provienen del continente australiano).

Por lo anterior, una alternativa importante para disponer de plantas adecuadas para sembrar en las ciudades del estado sería dirigir la mirada hacia la flora arbórea nativa, la cual alcanza un total de 580 especies (Padilla-Velarde *et al.* 2006, 2008), que representan un gran potencial para seleccionar plantas con diferentes tamaños, flores vistosas o con frutos comestibles. En este sentido, varias especies de moráceas podrían ser excelentes candidatos para adornar diferentes ambientes urbanos de las distintas ciudades de Colima, como por ejemplo, *Ficus petiolaris*, un árbol con hermosas hojas con forma de corazón y un llamativo tronco de color amarillo.

## Conservación

Hasta el momento no ha sido evaluado el estado de conservación de ninguna especie de Moraceae colimense bajo los criterios de la Lista Roja (UICN 2007). Una revisión de los trabajos de Sanders (1992), Vázquez *et al.* (1995) y Cuevas *et al.* (2004) indican la presencia de 11 especies de Moraceae en dos reservas de Colima: Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán y la de El Jabalí (apéndice 1).

A pesar de que la presencia de una especie en un área protegida no necesariamente es una garantía de su persistencia a largo plazo, sí sugiere que el grado de amenaza a la conservación de estas especies es comparativamente menor a las que se encuentran fuera de algún marco de protección.

Es alentador que dos especies conocidas sólo para México (*Ficus pringlei* y *Trophis noraminervae*) cuenten con registros para la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, aunque queda pendiente la protección a nivel estatal de otra especie endémica, *Ficus petiolaris*. La importancia de esta reserva en la conservación de la flora de Colima también fue destacada por Martínez-Cruz e Ibarra-Manríquez (2012) para los árboles y lianas del estado.

Finalmente, no puede obviarse que los datos del apéndice 1 resaltan la importancia biológica del bosque tropical caducifolio, ya que es el que mayor cantidad de especies de Moraceae presenta en Colima, lo cual es un argumento adicional que justifica su prioridad como un ecosistema clave para la conservación de la biodiversidad mundial (Olson y Dinerstein 1998).

## Referencias


Andresen, E. 1999. Seed dispersal by monkeys and the fate of dispersed seeds in a Peruvian rain forest. *Biotropica* 31:145-158.

Berg, C.C. 1977. Urticales, their differentiation and systematic position. *Plant Systematics and Evolution* 1:349-374.

——— . 1990. Reproduction and evolution in *Ficus* (Moraceae): traits connected with the adequate rearing of pollinators. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 55:169-185.

——— . 2001. Moreae, Artocarpeae, and Dorstenia (Moraceae) with introductions to the family and *Ficus* and with additions and corrections to Flora Neotropica Monograph 7. *Flora Neotropica Monograph* 83:1-346.

Cook, J.M. y J.Y. Rasplus. 2003. Mutualists with attitude: coevolving fig wasps and figs. *Trends in Ecology & Evolution* 18:241-248.

Corner, E.J.H. 1962. The classification of Moraceae. *Garden Bulletin of Singapore* 19:187-252.

Cuevas G., R., S. Koch, E. García M., *et al.* 2004. Especies nuevas y descritas de plantas de la Estación Científica Las Joyas y áreas aledañas. En: *Flora y vegetación de la Estación Científica Las Joyas*. R. Cuevas G. y E. Jardel (eds.). Universidad de Guadalajara (UDG), México, pp. 256-257.

Datwyler, S.L. y G.D. Weiblen. 2004. On the origin of the fig: phylogenetic relationships of Moraceae from ndhF sequences. *American Journal of Botany* 91:767-777.

Harrison, R.D. 2005. Figs and the diversity of tropical rainforests. *BioScience* 55:1053-1064.

Ibarra-Manríquez, G., G. Cornejo-Tenorio, N. González-Castañeda, *et al.* 2012. El género *Ficus* L. (Moraceae) en México. *Botanical Sciences* 90:389-452.

Martínez-Cruz, J. y G. Ibarra-Manríquez. 2012. Áreas prioritarias de conservación para la flora leñosa del

estado de Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 99:31-53.

Mcvaugh, R. 1987. Leguminosae. En: *Flora Novo-Galiciana*. Vol. 5. University of Michigan Press. Ann Arbor, Michigan.

Olson, D.M. y E. Dinerstein. 1998. The global 200: a representation approach to conserving the Earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12:502-515.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas, G. Ibarra, *et al.* 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:271-295.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas-Guzmán y S.D. Koch. 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del arroyo de Agua Fría, municipio de Minatitlán, Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 84:24-72.

Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)/Fondo de Cultura Económica (FCE). México.

Sanders, A. 1992. *A report to the Fundación Ecológica de Cuixmala on the floristic surveys of 1990-91 of the Cuixmala-Cumbres and El Jabalí reserves in México*. The World Conservation Union.

Santana-Michel, F.J., N. Cervantes y N. Jiménez R. 1998. Flora melífera del estado de Colima, México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 6:252-277.

Shanahan, M., S. So, S.G. Compton, *et al.* 2001. Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. *Biological Review* 76:529-572.

Sytsma, K.J., J. Morawetz, J.C. Pires, *et al.* 2002. Urticalean Rosids: circumscription, Rosid ancestry, and phylogenetics based on Rbcl, Trnl-F, and Ndhf sequences. *American Journal of Botany* 89:1531-1546.

UICN. *International Union for Conservation of Nature*. 2009. Red List of Threatened Species. En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 29 de septiembre de 2008.

Vázquez, J.A., R. Cuevas, T. Cochrane, *et al*. 1995. Flora de Manantlán. Plantas vasculares de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. SIDA, *Botanical Mycellany* 13:1-312.

Weiblen, G.D. 2002. How to be a fig wasp. *Annual Review of Entomology* 47:299-330.

Wiebes, J.T. 1979. Co-evolution of figs and their insect pollinators. *Annual Review of Entomology* 10:1-12.

# ESTUDIO FLORÍSTICO DEL RANCHO EL JABALÍ

Andrew C. Sanders

Mitchell Provance

## Introducción

El rancho El Jabalí es una reserva forestal y faunística privada establecida en 1981; se encuentra aproximadamente a 22 km (por aire) al norte de la ciudad de Colima, en las estribaciones suroeste del volcán de Colima y con altitudes que van de los 1 000 a los 1 500 msnm. Las coordenadas en las que se localiza la principal infraestructura del rancho son 19° 27' 00" latitud N y 103° 42' 40" longitud O. El lindero estatal entre Colima y Jalisco pasa por la propiedad, estimándose que menos de dos tercios del rancho pertenecen a Colima. El área de estudio cuenta con una superficie aproximada de 5 000 ha, incluyendo al propio rancho y las áreas circunvecinas. El sitio se ubica cerca de 10 km al este de la esquina sureste de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, cuya flora está bien documentada (Vázquez *et al.* 1995).

El volcán de Colima, con su penacho constante de humo, domina tanto el horizonte hacia el noreste como las características físicas de los hábitats de la zona. Pendientes fuertes de material piroclástico inestable (ceniza volcánica en su mayoría) ocupan al rancho y la vecindad, todos los suelos locales se derivan de este sustrato. Debido a la actividad periódica del volcán, el área está sujeta a lluvias de ceniza volcánica y a veces a incidencias de erupción más destructivas. Dos lagos profundos dentro de calderas antiguas son elementos del paisaje que han resultado directamente del vulcanismo en la zona y que tienen una destacada importancia ecológica. Varias corrientes de agua y arroyos cruzan el rancho y todos son tributarios del río Armería. De éstos, los más grandes son el arroyo El Epazote y el río Cordobán (arroyo Santa Cruz), ambos tributarios del Arroyo de Lumbre, el cual pasa cerca del rancho en la vecindad de la ex-hacienda San Antonio.

En el trabajo de campo se trataron de visitar todas las localidades del sitio durante varias temporadas. Durante los tres años que duró este inventario se recolectaron aproximadamente 3 230 números de plantas vasculares y se hicieron recorridos en todos los meses, excepto en abril y diciembre.

## Tipos de vegetación

La zona El Jabalí es un área de transición entre la selva baja caducifolia de las elevaciones más bajas y los bosques más templados de pino-encino y bosques mesófilos que se encuentren a mayores elevaciones. Estas condiciones determinan una composición florística distinta respecto a lo que se espera generalmente en una selva tropical o un bosque templado típicos.

Sanders, A.C. y M. Provance. 2016. Estudio florístico del rancho El Jabalí. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 271-274.

### Selva de transición

La vegetación dominante de las laderas y algunas áreas planas es principalmente arborescente. Las selvas de El Jabalí no coinciden netamente con ninguna de las clasificaciones reconocidas de la vegetación, y su composición varía mucho según las diferencias en el sustrato y en la exposición al Sol, aún en cortas distancias. La diversidad de especies arborescentes es moderada (102 registradas) y muchas de ellas se encuentran como individuos esparcidos. Los árboles incluyen una mezcla de elementos de bosques caducifolios de zonas templadas, como *Fraxinus* sp. y *Juglans* sp., y de selva tropical perennifolia, como *Ficus* sp. Los dominantes en sitios más planos, o sitios relativamente húmedos, incluyen a *Fraxinus* sp., *Salix bonplandiana* y *Ficus* sp., algunas veces acompañados por árboles de los géneros *Juglans*, *Sapindus*, *Perrottetia* o *Saurauia*. Algunos arbustos comunes del sotobosque en sitios húmedos son *Ardisia mexicana*, *Cestrum glanduliferum* y *Hedyosmum*, los dos últimos algunas veces llegan a ser árboles. En las laderas, la composición de la selva tiende a ser dominada por *Ficus*, *Prunus cortapico*, *Aphananthe monoica*, *Coussapoa*, *Inga*, *Clusia pringlei*, *Sideroxylon* y *Sommera*. El arbusto dominante del sotobosque parece ser *Urera corallina*, aunque esta especie es más común en claros y sobre pendientes pronunciadas y poco estables. Otros arbustos del sotobosque, sobre las laderas, son *Neohintonia monantha*, *Chiococca* y *Nectandra*. Lianas y bejucos son comunes en todas partes y son especialmente conspicuos durante la época de lluvias. Aunque algunos árboles alcanzan hasta 30 m; en promedio la altura de la selva parece ser más cercana a los 10 m. En general los árboles están colonizados por una gran variedad de epífitas, incluyendo orquídeas, bromeliáceas, helechos, cactus del género *Epiphyllum*, plantas del género *Peperomia* y musgos. Dentro de las áreas arboladas las pendientes más pronunciadas y por lo tanto más inestables, así como las de orientación al sur, incluyen más especies caducifolias arbustivas, junto con bambúes. La vegetación más arbustiva es semejante a una selva baja caducifolia. *Lysiloma acapulcensis* es la especie arborescente que parece ser dominante sobre las laderas expuestas, y *Clethra lanata*, *Eysenhardtia platycarpa* y otras especies son menos comunes o conspicuas.

## Áreas perturbadas y pastizales

Estas comunidades son inducidas por la actividad agrícola y ganadera en El Jabalí y se caracterizan por la dominancia de especies herbáceas. Son extensivas en las planicies y los lomeríos suaves. Tienen relativamente alta frecuencia de malezas y plantas exóticas, como *Cynodon nlemfuensis*, *Elephantopus mollis*, *Conyza canadensis* y *Heterotheca inuloides*. Las hierbas nativas más conspicuas en las comunidades secundarias son *Cyperus*, *Paspalum*, *Bidens aequisquama*, *Erigeron longipes* y *Lupinus exaltatus*. Los arbustos incluyen a *Baccharis salicifolia*, *Mimosa albida*, *Psidium guajava*, *Heimia salicifolia* y *Pluchea salicifolia,* en sitios más húmedos. Los árboles principales son individuos esparcidos de los géneros dominantes del bosque de transición del cafetal, especialmente varias especies de *Ficus*.

### Matorral o sabana de *Acacia*-*Opuntia*

En la sección del rancho llamada La Joya, las planicies y las pendientes ligeras hospedan a una sabana abierta, dominada por *Acacia pennatula*, *Bursera bipinnata*, *Opuntia*, *Hyptis albida* y

numerosas gramíneas y hierbas. Aparentemente este tipo de vegetación resulta, por lo menos en parte, de la eliminación del bosque para establecer pastizales.

### Matorral de arroyo

En las márgenes de los arroyos mayores, como el río Cordobán y Arroyo de Lumbre, sólo se encuentran parches de matorrales efímeros. Gran parte de las especies en los arroyos son hierbas o arbustos y árboles de crecimiento rápido que son capaces de recuperarse rápidamente de la perturbación ocasionada por los flujos temporales de agua. Algunos arbustos característicos de este tipo de vegetación son *Baccharis salicifolia*, *Dalea leucostachya*, *Acacia farnesiana* y *Crotalaria micans*. Las especies de hierbas presentes incluyen a *Porophyllum punctatum*, *Cirsium mexicanum*, *Cyperus odoratus*, *Tridax mexicanus* y *Arenaria lanuginosa*.

### Cafetal

La producción del café es un componente importante de la actividad económica en El Jabalí y se ha practicado en la zona por más de 100 años (Goldman 1951). El café se cultiva a la sombra de grandes árboles, una mezcla de especies nativas e introducidas, principalmente nogal *(Juglans olanchana)* y fresno (*Fraxinus uhdei*), pero también incluyendo la nuez (*Carya illinoensis*), higueras silvestres (*Ficus* spp.), *Inga eriocarpa*, *Sideroxylon portoricense*, aguacate (*Persea americana*) y morera (*Morus alba*). Hay numerosas orquídeas epífitas, bromeliáceas y helechos. El sotobosque es escaso y leñoso pero con un estrato herbáceo bien desarrollado, dominado en todas partes por *Oplismenus burmannii*, junto con varias especies de la familia Commelinaceae, *Melampodium tepicense*, *Kalanchoe pinnata* y *Sicyos barbatus*. Algunos individuos de los árboles de nuez son muy grandes y cargados con muchas epífitas, y el hecho de que no fueron encontrados fuera de los cafetales indica que el árbol de nuez no es nativo en El Jabalí, aunque lo es en zonas montañosas mexicanas, donde su distribución se extiende hacia el sur, por lo menos hasta la latitud de Colima. Por otra parte, frecuentemente se encuentra a *Fraxinus uhdei* en el bosque natural, retirado de las zonas cultivadas, razón por la que el fresno es probablemente nativo de El Jabalí.

## Diversidad de especies

El estudio de campo se llevó a cabo entre 1988 y 1991, y resultó en la recolección de 986 especies de plantas vasculares (apéndice 1). Desafortunadamente, el conocimiento de la flora de El Jabalí aún no está completo; en el último día de recolecta del proyecto todavía se encontraron especies nuevas para la lista. Todo el material recolectado en el estudio se ha identificado, por lo que en este caso no se espera encontrar taxones adicionales dentro del material existente.

De las 130 familias registradas las que presentan mayor riqueza de especies fueron Asteraceae (125 especies), Fabaceae y Poaceae (74 especies cada una), Orchidaceae (36), Solanaceae (34), Cyperaceae (33), Euphorbiaceae (22), Rubiaceae (27), Commelinaceae (28) y Convolvulaceae (19).

Un resumen de las formas de crecimiento de las plantas encontradas en El Jabalí proporciona los siguientes resultados: 630 especies (63.9% de la flora) son hierbas (anuales o perennes, incluyendo a sufrútices); 108 (11%) son bejucos (anuales o perennes, incluyendo a lianas); 146 especies

(14.8%) fueron arbustos y 102 son árboles (10.3%). El predominio evidente de las hierbas se debe a dos factores: las áreas extensas de pastizal y la abundancia de epífitas herbáceas. Un solo árbol comúnmente hospeda alrededor de 20 especies de helechos herbáceos y otras epífitas. Aún dentro de la selva, la riqueza de especies de árboles es menor que la riqueza de especies que cubren sus ramas y crecen en el suelo debajo de ellos.

En el transcurso de la identificación de los especímenes recolectados en este estudio se notó con cierta frecuencia que varias especies, según la *Flora novo-galiciana* (McVaugh 1983, 1984, 1985, 1987, 1989, 1993, 2001), no habían sido registradas para Colima. También varios especialistas notificaron que algunas de las recolectas realizadas representaron el primer registro para Colima o una extensión considerable en la distribución de varias especies. Aunque no se han revisado los herbarios nacionales pertinentes, lo anterior sugiere que el conocimiento colectivo de la flora de Colima es todavía muy incompleto y que hacen falta más recolectas, aunado al hecho de que la flora de El Jabalí es más rica y distintiva de lo esperado. Otro indicio del carácter distintivo de la flora de El Jabalí es el hecho de que alrededor de 280 de las especies encontradas (28% de la flora en total) no se habían registrado en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Vázquez *et al.* 1995), a pesar de la proximidad relativa de los dos sitios, así como la mayor extensión y diversidad ecológica y topográfica de la última.

## Referencias


Goldman, E.A. 1951. Biological investigations in Mexico. *Smithsonian Miscelaneous Collections* 115:1-475.

McVaugh, R. 1983. Gramineae. En: *Flora novo-galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western México.* Vol. 14. W.R.E. Anderson (ed.). The University of Michigan Press. Ann Arbor. Michigan.

———. 1984. Compositae. En: *Flora novo-galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western México.* Vol. 12. W.R.E. Anderson (ed.). The University of Michigan Press. Ann Arbor. Michigan.

———. 1985. Orchidaceae. En: *Flora novo-galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western México.* Vol. 16. W.R.E. Anderson (ed.). The University of Michigan Press. Ann Arbor. Michigan.

———. 1987. Leguminosae. En: *Flora novo-galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western México.* Vol. 5. W.R.E. Anderson (ed.). The University of Michigan Press. Ann Arbor. Michigan.

——— . 1989. Bromeliaceae to Dioscoreaceae. En: *Flora novo-galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western México.* W.R.E. Anderson (ed.). The University of Michigan Press. Ann Arbor. Michigan.

——— . 1993. Euphorbiae novo-galiciane revisae. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 19:207-239.

———. 2001. Ochnaceae to Loasaceae. En: *Flora novo-galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western México.* Vol. 17. W.R.E. Anderson (ed.). The University of Michigan Press. Ann Arbor. Michigan.

Vázquez, J.A., R. Cuevas, T. Cochrane, *et al.* 1995. Flora de Manantlán. Plantas vasculares de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. SIDA, *Botanical Mycellany* 13:1-312.

S4

# Animales invertebrados

Gerarcinus platanus. Foto: Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C./Banco de imágenes CONABIO.



# Resumen ejecutivo

Oscar Báez-Montes

En el grupo de los invertebrados se encuentran aquellas especies que carecen de un esqueleto óseo; constituyen uno de los grupos biológicos más diversos en la tierra. En esta sección se aborda el conocimiento de estos grupos en Colima en cuanto a especies presentes, importancia y amenazas; además se incluyen los datos más recientes de la abundancia y distribución de los invertebrados de la entidad.

Los moluscos tienen un cuerpo blando, pueden tener una concha, en ellos se incluyen almejas, pulpos, caracoles y mejillones, entre otros. Colima es uno de los estados menos explorados para moluscos, aquí se reportan 48 taxones terrestres y 451 marinas, riqueza similar a la de Michoacán.  Para crustáceos se han registrado 511 taxones. Otro grupo de invertebrados de ambientes acuáticos son los equinodermos, incluyen estrellas, erizos, lirios y pepinos de mar; se han registrado 55 taxones que representan 10% de esta fauna en los mares mexicanos. El archipiélago Revillagigedo posee 75% de la diversidad del estado. *Isostichopus fuscus* es una especie de pepino de mar que se encuentra en peligro de extinción.

Se han estudiado invertebrados en cavernas, también han sido reportadas 52 taxones de ácaros y 37 de colémbolos, la riqueza de éstos últimos resulta mayor que la de entidades como Durango y Nuevo León. En el orden Odonata se incluyen libélulas, con 91 especies, ubicando a Colima con una proporción alta de especies de este tipo por superficie. Las libé-

Báez-Montes, O. 2016. Resumen ejecutivo de Diversidad de especies. Animales invertebrados. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 277-278.

lulas son indicadoras de la calidad del agua y son depredadoras de otros organismos.

Para la región de Ixtlahuacán se documentan 65 especies de escarabajos, pertenecientes a cinco familias. Dos especies son únicas de Colima (*Walterius caballeroae* y *Pseudotelegeusis jiliotupensis*). Otro grupo de escarabajos Cerambycidae, una de las familias con mayor riqueza a nivel mundial presenta 8.5% (136 taxones), poco más de la mitad son endémicas y siete lo son para las islas Revillagigedo.

Se reportan 85 especies de escarabajos de las familias Melolonthidae, Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Silphidae; 72 taxones en Cerro Grande en la sierra de Manantlán, ahí se han encontrado nuevos registros de estas familias para la entidad.

Las "mariposas diurnas" (suborden Rhopalocera) son un grupo indicador y modelo para el estudio de fenómenos ecológicos y evolutivos; se incluyen en ellas seis familias. Se registran 544 taxones que corresponden a 31% de la riqueza nacional y 3% de la mundial; su riqueza es similar a la de Nayarit, pero menor a Michoacán y Jalisco. 17% de las especies presentes en la entidad son endémicas de México.

Se incluyen tres familias de mariposas nocturnas (Arctiidae, Sphingiidae y Saturniidae). La primera tiene una representación de 50 taxones (8% del nacional), que participan en la polinización de plantas y algunas son perjudiciales para plantaciones forestales o agrícolas. La familia Sphingiidae, es una de las más conocidas en sus aspectos taxonómicos y ecológicos. Se presentan 56 taxones (29% nacional), y utilizando modelos de distribución se cree que podrían llegar a 89. De las seis especies endémicas de esfíngidos presentes en México, dos de ellas son exclusivas de las islas Revillagigedo.

La última familia de mariposas nocturnas que se describe es Saturniidae, caracterizada por algunos de sus especímenes que presentan manchas en sus alas que despliegan en forma de ojos para distraer a sus depredadores (subfamilia Hemileucinae). De las 194 especies que existen en México, 44 taxones se presentan en Colima, de ellas 55% son endémicas de México.

Las abejas pertenecen a la superfamilia Apoidea, la gran mayoría están presentes en Colima; se reporta la presencia de cinco familias, 62 géneros y 101 taxones; la familia Apidae, presenta la mayor riqueza.

También se incluye un estudio de caso sobre moscas de la familia Syrphidae en la región de Ixtlahuacán en el que se encontraron 73 taxones. Este grupo participa también en importantes procesos de polinización.

Las amenazas al grupo de invertebrados se encuentran vinculadas con las sinergias provocadas por la pérdida o degradación de su hábitat, derivado del cambio de uso de suelo. La participación que tienen los invertebrados dentro de las redes tróficas y sus interacciones es relevante para el mantenimiento de la diversidad en otras escalas biológicas. La mayor parte de los estudios sobre invertebrados se han enfocado en ambientes templados; se resalta la falta de estudios en bosques tropicales, los que resultan relevantes para varios grupos, así como estudios en los ambientes acuáticos y marinos.

# Moluscos marinos (Mollusca)

Eduardo Ríos-Jara
Alicia Hermosillo-González
Cristian Moisés Galván-Villa

## Introducción

Los moluscos son invertebrados protostomados celomados (animales con celoma cuya boca se forma durante la gastrulación), triblásticos (poseen tres hojas embrionarias en el desarrollo embrionario temprano), con simetría bilateral (aunque algunos pueden tener una asimetría secundaria) y no segmentados. Su cuerpo es blando, pueden o no presentar una concha y están divididos en cabeza, masa visceral y pie muscular. Además presentan un órgano de alimentación llamado rádula (formado por hileras de dientes quitinosos curvos) (figura 1).

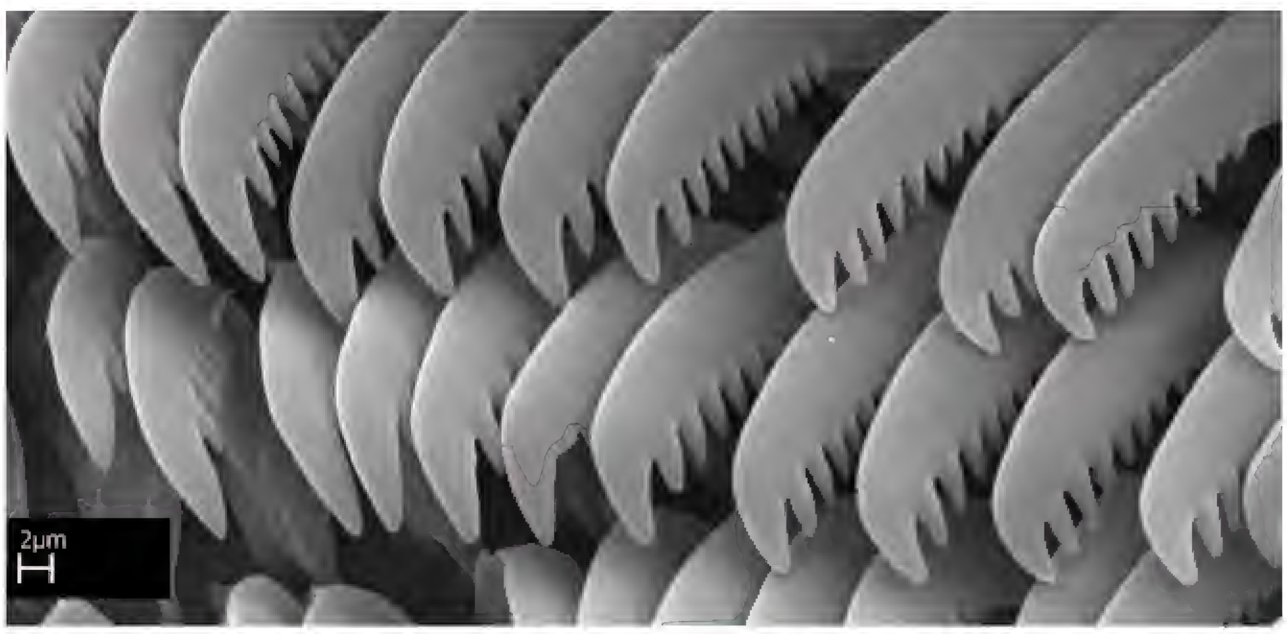



**Figura 1.** Imagen microscópica de la rádula de un molusco marino. Foto: Alicia Hermosillo.

Muchos moluscos fueron utilizados desde tiempos prehistóricos como alimento, según lo demuestran los restos de conchas encontrados en las cavernas y albergues en que se guarecieron los hombres primitivos del

Ríos-Jara, E., A. Hermosillo-González y C. M. Galván-Villa. 2016. Moluscos marinos (Mollusca). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 279-287.

paleolítico. Los pueblos prehispánicos de México usaron conchas de moluscos, principalmente de especies marinas, como ofrendas ceremoniales u ornamentos en sus enterramientos, para la fabricación de joyería en forma de tocados, collares, cinturones, brazaletes y pulseras, de ahí su gran importancia arqueológica en nuestro país (Gómez-Gastélum 2007). En la actualidad, debido a su alto valor alimentario los moluscos tienen relevancia en la acuicultura y en la pesca, además de que las conchas continúan utilizándose como piezas decorativas y en la manufactura de artesanías.

## Diversidad y distribución

La biodiversidad marina corresponde a 15% de la biodiversidad mundial descrita (Reaka-Kudla 1997), es decir, cerca de 280 200 especies. Los miembros del phylum Mollusca son el grupo de invertebrados más diversificado, después de los insectos. Algunas estimaciones del número total de moluscos actuales indican que existen entre 52 mil y 100 mil especies a nivel mundial (Purchon 1977, Groombridge y Jenkins 2000, Bouchet 2006). Su gran variación adaptativa se manifiesta en el enorme número de hábitats en los que se pueden encontrar, los cuales incluyen ambientes terrestres, dulceacuícolas y marinos. Sin embargo, la mayoría habitan en las zonas costeras de los mares tropicales.

Los moluscos tienen la mayor diversidad de todos los filos presentes en los océanos, además, la malacofauna de zonas tropicales es significativamente mayor en el Pacífico tropical, principalmente en el Indo-Pacífico (Bouchet *et al.* 2002). Gosliner *et al.* (1996) estimaron que aproximadamente 60% de todos los invertebrados marinos de esta región son moluscos. México presenta gran diversidad de moluscos ya que su línea de costa es muy extensa, con aproximadamente 10 000 km; sin embargo, no existe un inventario completo y actualizado de las especies de moluscos marinos de México, aunque muchos trabajos enlistan los grupos taxonómicos principales y destacan su abundancia en localidades o regiones específicas. Si bien es cierto que el número de estudios sobre su biología y ecología ha aumentado en los últimos años, la información es aún insuficiente. La mayor cantidad de datos disponibles se refieren a las especies encontradas en las playas y en aguas poco profundas debido a que estos son los ambientes más accesibles.

Para la costa del Pacífico tropical, norte y centroamericano, que incluye a México, se han registrado cerca de 3 340 especies de moluscos, la mayoría son bivalvos y gasterópodos. A pesar de la reducida longitud de costa, la diversidad conocida de Colima es considerable y actualmente se tienen registros de al menos 451 taxones (apéndice 1) distribuidas en cinco clases y 114 familias (cuadro 1).

Estos números son sólo aproximaciones y hacen evidente la falta de estudios dirigidos al conocimiento de la malacofauna de la región, sobre todo en el caso de los micromoluscos (< 1 cm), de las especies poco conspicuas (poco visibles o imperceptibles) y las que habitan a mayores profundidades, las cuales pueden representar un número significativo. Como ejemplo de lo anterior podemos mencionar que para Colima no existen registros de tres clases de moluscos: Caudofoveata, Solenogastres y Monoplacophora. Los Caudofoveata y Solenogastres son poco conspicuos porque

sus habitos de vida y forma de gusano los hace poco visibles durante muestreos convencionales mientras que los monoplacoforos son de aguas profundas. Las especies registradas en la costa de Colima incluyen principalmente formas macrobénticas (especies grandes que viven sobre el fondo marino) (figura 2). Estos moluscos se encuentran en playas rocosas, arenosas, en sistemas estuarinos y en aguas someras (poco profundas) en sustratos rocosos y coralinos. En la plataforma continental se han registrado hasta profundidades cercanas a los 100 m, y representan aproximadamente 14.5% del total de especies de moluscos del Pacífico tropical americano (Keen 1971, Skoglund 1991, 1992) y 1% del total mundial.



**Figura 2.** Concha de un molusco marino de la familia Muricidae (*Hexaplex princeps*). Foto: Arturo Santos Crespo.

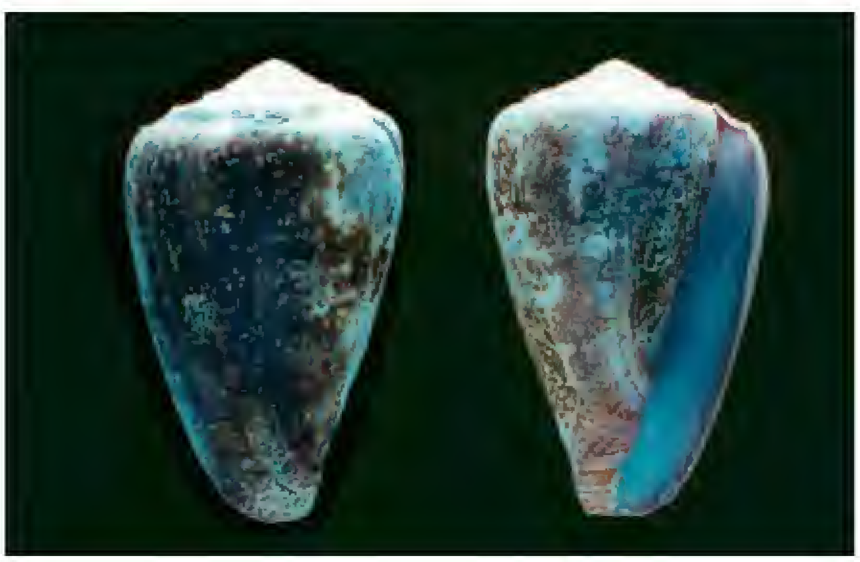


**Figura 3.** Concha de un molusco marino de la familia Conidae (*Conus purpurascens*). Foto: Arturo Santos Crespo.

Doce géneros constituyen 26.4% de todas las especies de gasterópodos con cinco o mas especies cada uno: *Crucibulum* (9), *Lottia* (9), *Conus* (9), *Natica* (7), *Cantharus* (7), *Nassarius* (6), *Hexaplex* (5), *Fissurella* (5), *Turritella* (5), *Epitonium* (5), *Mitrella* (5), *Olivella* (5), *Crepidula* (5).

En el caso de los bivalvos, tres géneros representan 20.3% de todas las especies registradas: *Anadara* (9), *Tellina* (8), *Strigilla* (5), *Saccella* (4) y *Chama* (4).

Las playas rocosas y arenosas son el hábitat de la mayoría de las especies en Colima, aunque un número importante de moluscos se encuentran en la zona somera de la plataforma continental del estado. De manera particular, la laguna de Cuyutlán tiene una riqueza importante de moluscos representativos de ambientes estuarinos; donde se han registrado 66 especies (21 bivalvos, 43 gasterópodos y dos escafópodos).

Aunque algunas especies se encuentran en más de un tipo de sustrato, la mayoría son exclusivas de fondos rocosos, aunque algunas habitan en los fondos suaves de tipo arenoso, arcilloso o limoso, en fondos coralinos, sobre macroalgas y otros invertebrados sésiles como corales, hidroideos, gorgonáceos y esponjas. Las raíces del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) son el hábitat principal de algunos bivalvos en la laguna de Cuyutlán; entre estos destacan los mejillones *Choromytilus palliopunctatus* y *Mytella strigata*, los cuales viven adheridos a las raíces mediante unos filamentos proteicos llamados bisos, producidos por una glándula situada en el pie.

Mediante los registros de moluscos de la costa de Colima se puede estimar que aproximadamente

30% de las especies habita en sustratos duros (rocas, conchas y corales) y 64% en sustratos suaves (arena, arcilla, limo y fango), mientras que los sustratos mixtos, las raíces de mangle y las macroalgas contienen solamente 6% (Hermosillo *et al.* 2006).

En las playas rocosas y arenosas, los periodos de exposición e inmersión debidos al ciclo de mareas determinan patrones de zonación de las especies de invertebrados bénticos a través del intermareal. Estos patrones han sido descritos para el caso de los moluscos de la costa de Colima; por ejemplo, Sánchez-González (1989) registró 83 especies de gasterópodos en cinco playas rocosas y arenosas de las bahías de Santiago y Manzanillo.

En general, la abundancia de moluscos disminuye de la zona intermareal superior hacia la inferior, mientras que el número de especies aumenta en esa misma dirección. Además, muchas de estas especies son exclusivas de un solo nivel o se encuentran preferentemente en un solo tipo de microhábitat, como las charcas o las oquedades y grietas de las rocas. En la zona supralitoral de las playas rocosas de La Boquita, Santiago y La Audiencia, se encontraron principalmente dos especies *Nodilittorina aspera* y *N. modesta*, las cuales fueron muy abundantes; ambas especies son características de este nivel litoral en las playas rocosas del Pacífico tropical mexicano y pertenecen a una de las familias de gasterópodos más comunes en todo el mundo (Littorinidae).

En el mesolitoral superior de estas playas las especies *Nerita funiculata* y *N. scabricosta* son frecuentes y muy abundantes, mientras que en la zona mesolitoral media aumenta la riqueza de especies de gasterópodos, aunque con menores abundancias. Son típicas de este nivel intermareal las lapas de la familia Fissurellidae, además de las lapas pulmonadas (orden Pulmonata) *Siphonaria maura* y *S. palmata* y los caracoles *Columbella fuscata*, *Tegula globulus* y *Cerithium maculosum*. El mesolitoral inferior presentó 29 especies típicas de este nivel, aunque únicamente tres fueron abundantes: *Thais biserialis*, *Opeatostoma pseudodon* y *Leucozonia cerata*. Finalmente, en la zona infralitoral se recolectaron 12 especies, de las cuales *Conus princeps* y nuevamente *Thais biserialis* tuvieron la mayor abundancia relativa. Por otro lado, en las playas arenosas de Miramar y Olas Altas, la riqueza de especies de gasterópodos es mucho menor, debido a la homogeneidad del sustrato arenoso que ofrece un menor número de microhábitats, además de que el disturbio causado por el hombre es mayor, sobre todo en estas playas de recreo.

## Importancia

La importancia simbólica que los moluscos marinos tuvieron para los pueblos prehispánicos se manifiesta por su presencia en las diferentes ofrendas que se hicieron para honrar los templos y edificaciones (Velázquez 1999). La gran diversidad de especies de bivalvos y gasterópodos, en el fondo de muchas de las ofrendas, junto con otros organismos marinos como corales, esponjas y erizos, constituyen recreaciones de los niveles del cosmos mesoamericano (López-Luján 1993).

Los moluscos se utilizan extensivamente en programas de supervisión del ambiente marino,



**Figura 4.** Concha del molusco marino de la familia Architectonicidae (*Architectonica nobilis*).
Foto: Arturo Santos Crespo.

debido a su capacidad de concentrar los agentes contaminantes a varias profundidades marinas. Debido a lo anterior es importante determinar las cantidades de metales en moluscos de uso común entre la población, con la finalidad de determinar la presencia y grado de peligrosidad de los mismos en el ser humano. En Colima, de manera particular, el ostión de roca (*Crassostrea iridiscens*) ha sido usado para evaluar la concentración de cuatro metales pesados: Plomo (Pb), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg) y Arsénico (As) (Madrigal *et al.* 2008).

La mayoría de los invertebrados marinos de importancia comercial de Colima son especies que habitan en la zona litoral, principalmente en las playas rocosas y arenosas, los esteros y las lagunas costeras, así como en el sublitoral somero. La pesca en la región es de tipo artesanal y en la mayoría de los casos multiespecífica. Los pescadores dedicados a la captura de invertebrados realizan esta actividad mediante buceo semiautónomo, en embarcaciones tipo panga con motor fuera de borda. Por ejemplo, la pesca de pulpo está asociada a la de caracoles y langostas, de manera que esta pesquería multiespecífica ofrece mayores rendimientos y posibilidades de mejorar las capturas en diferentes épocas del año (Ríos-Jara *et al.* 2004).

Muchas especies presentes en los esteros y playas son aprovechadas por los habitantes ribereños, debido a que son de fácil extracción, además de ser muy apreciados por su agradable sabor. La carne de las lapas, caracoles, almejas, ostiones, mejillones, quitones y pulpos de esta región, es usada como alimento y las conchas como piezas de ornato o artesanías (figura 4). El aprovechamiento de estas especies para autoconsumo, o su venta local y regional, forma parte importante de la economía de los pobladores costeños, aunque su magnitud no ha sido aun evaluada. Esta actividad es en ocasiones considerada de subsistencia entre las temporadas de captura de otros recursos pesqueros más rentables, incluso se combina con la agricultura en pequeñas parcelas. Sin embargo, la mayoría de los pescadores se dedican exclusivamente a la captura de peces e invertebrados durante todo el año (Ríos-Jara *et al.* 2004).

Las principales especies de moluscos capturadas son los llamados caracoles chinos (géneros *Murex*, *Hexaplex*, *Homalocantha*, *Muricanthus* y *Muricopsis),* el caracol panocha *(Astrea* spp.), el caracol burro *(Strombus* spp.), el caracol gorrito *(Calyptraea spirata),* el caracol calavera *(Malea rigens),* el caracol tornillo *(Pleuroploca princeps*) y el cambute *(Cantharus* sp.). Entre los bivalvos destacan la pata de mula *(Anadara* spp.), el callo margarita *(Spondylus princeps),* la madreperla *(Pinctada mazatlanica),* la concha nácar *(Pteria sterna)* y el ostión *(Crassostrea* sp.). Los quitones o cucarachas de mar (Polyplacophora) son utilizados para autoconsumo y como carnada por los pobladores de la región; principalmente las

especies del género *Chiton*, encontradas en el intermareal rocoso de playas accesibles (Ríos-Jara *et al.* 2001, 2006, Holguín-Quiñones 2006).

Algunas especies son muy escasas, como la lapa gigante *(Scutellastra mexicana)*, debido a que sus poblaciones fueron sobreexplotadas en la década de los setenta y no existen reportes recientes de su presencia en la costa de Colima. El caracol púrpura *(Plicopurpura pansa)*, valorado por su tinte, es otro recurso que fue explotado en algunos estados del Pacífico central mexicano, en el pasado (Ríos-Jara *et al.* 1994, Michel-Morfin *et al.* 2002), aunque no existen evidencias de su utilización en Colima.

Los moluscos pueden ser eventualmente usados como bioindicadores de contaminación o de procesos ambientales, también en la selección de áreas para el establecimiento de reservas marinas o como agentes en la biorremediación de los efluentes de tanques acuícolas. Además, son fuente importante en la industria de productos cosméticos y farmacéuticos. Este es el caso de los moluscos opistobranquios, los cuales actualmente son usados en la investigación de productos naturales para aislar y producir compuestos químicos activos que pueden servir como antibióticos y agentes quimioterapeúticos. Algunas especies registradas en Colima, como *Dolabella auricularia*, son invaluables en investigaciones biomédicas (Hermosillo *et al.* 2006).

## Amenazas y conservación

Los principales esfuerzos para la conservación de los invertebrados marinos de Colima deben ser encaminados hacia la investigación de sus ecosistemas, hacia la educación ambiental, así como a la actualización y adecuación de los mecanismos de regulación y vigilancia en la extracción y consumo de estos organismos. Al igual que en otras regiones de México, la principal preocupación es el deterioro de los ecosistemas costeros y la consecuente pérdida de la biodiversidad en todo el litoral colimense.

Para el caso de las especies de importancia comercial se requieren datos precisos de la actividad pesquera para conocer las biomasas que son explotadas. Es necesario actualizar la reglamentación y evaluar la eficiencia de las artes de pesca utilizadas en Colima, debido a que la normatividad para muchas de las especies fue establecida con base en poblaciones de otras regiones del Pacífico mexicano. Se requieren mayores esfuerzos para vigilar que se cumpla con la talla mínima de captura y las vedas. La acuicultura es una alternativa que deberá ser considerada para muchas especies de invertebrados de la costa de Colima. Es recomendable evaluar los recursos potenciales y aplicar la tecnología y experiencias de otras regiones del país.

En la NOM-059-SEMARNAT-2010 se incluyen solamente tres especies de moluscos marinos de Colima, las cuales se encuentran bajo la categoría de sujetas a protección especial: *Crucibulum scutellatum* (caracol gorrito), *Pinctada mazatlanica* (madreperla) y *Plicopurpura pansa* (caracol de tinta), esta última endémica de México. Cabe mencionar, sin embargo, que se han propuesto correcciones y adiciones a esta norma. En todo el Pacífico central mexicano, incluyendo la costa de Colima, hace falta revisar algunas especies para su posible inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como es el caso del caracol gorrito *Calyptraea*

*spirata* (Ríos-Jara *et al.* 2003), los caracoles chinos de la familia Muricidae y diferentes especies de cucarachas de mar *Chiton* spp., entre otras, las que, junto con otras especies son extraídas del medio natural sin control alguno.

Existen algunas áreas del litoral colimense que deben ser objeto de atención especial. La acción de conservación más obvia sería el manejo adecuado de las actuales áreas marinas protegidas de la región, como el archipiélago de Revillagigedo (recuadro 1), sin cerrarse al turismo o a la pesca, sino apegándose a planes de manejo específicos para cada área.

Los manglares de Colima contienen un número importante de especies de invertebrados que son característicos de ambientes estuarinos. El deterioro de estos ecosistemas es evidente; es recomendable cumplir y hacer cumplir la ley que protege los manglares y dar seguimiento también a la contaminación por plaguicidas y materia orgánica en los ríos y otros cuerpos de agua estuarinos, sólo así aseguraremos, al mismo tiempo, la conservación de la biodiversidad y en consecuencia el bienestar de los seres humanos.

## Conclusiones

Es importante conocer, estudiar y conservar a los moluscos marinos de Colima, debido a su importancia para el consumo humano, así como su uso tradicional y artesanal. Además de los anteriores cabe subrayar los potenciales usos como bioindicadores y para la industria farmacéutica. Es además necesario conocer y regular la explotación pesquera que se hace de estos organismos, la cual para algunos casos se hace sin control. A pesar de su evidente diversidad, es necesario hacer más estudios sistemáticos de la malacofauna de la entidad en los diferentes sustratos donde habita, para tomar decisiones que permitan aprovechar estos organismos de una manera sustentable que permita su conservación.

**Cuadro 1.** Número de especies, géneros y familias por cada clase de moluscos marinos.
Fuente: elaboración propia.

| Clase | Especies | Géneros | Familias |
|---|---|---|---|
| Bivalvia | 148 | 89 | 32 |
| Gastropoda | 292 | 175 | 76 |
| Polyplacophora | 2 | 1 | 1 |
| Scaphopoda | 6 | 5 | 3 |
| Cephalopoda | 3 | 2 | 2 |
| Total | 451 | 272 | 114 |

## Referencias


Bouchet, P. 2006. The magnitude of marine biodiversity. En: *The exploration of marine biodiversity: scientific and technological challenges*. C.M. Duarte. Fundación BBVA, México, pp. 31-62.

Bouchet, P., P. Lozouet, P. Maestrati, *et al.* 2002. Assessing the magnitude of species richness in tropical marine environments: exceptionally high numbers of mollusks at a New Caledonia site. *Biological Journal of the Linnean Society* 75:421-436.

Gómez-Gastélum, L. 2007. Conchas y caracoles en el antiguo occidente de México. Un ensayo de antropología simbólica. En: *Estudios sobre la malacología y conquiliología en México*. E. Ríos-Jara, M.C. Esqueda-González y C.M. Galván-Villa (eds.). Universidad de Guadalajara (UDG) y Sociedad Mexicana de Malacología, México, pp. 8-10.

Gosliner, T., D. Behrens y G. Williams. 1996. *Coral reef animals of the Indo-Pacific. Animal life from Africa to Hawaii exclusive of the vertebrates*. Sea Challengers. Monterey, California.

Groombridge, B. y M.D. Jenkins. 2000. *Global biodiversity: Earth's living resources in the 21st century*. World Conservation Press. Cambridge. Reino Unido.

Hermosillo, A., D.W. Behrens y E. Ríos-Jara. 2006. Opistobranquios de México. En: *Guía de babosas marinas del Pacífico, Golfo de California y las islas oceánicas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Guadalajara.

Holguín-Quiñones, O.E. 2006. Moluscos bentónicos de interés económico y potencial de las costas de Michoacán, Colima y Jalisco, México. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán*. M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (eds.). Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo (ICRIP-Manzanillo)/Instituto Nacional de la Pesca/Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, pp. 121-134.

Keen, M.A. 1971. *Sea shells of tropical western America*. Stanford University Press. Stanford. California.

López-Luján, L. 1993. *Las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan*. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). México.

Madrigal, A.L., G.J. Vázquez, V.S. Velasco, *et al.* 2008. Determinación de metales pesados (Pb, Hg, Cd y As), en agua de mar y ostión (*Crassostrea iridiscens*) en la costa del estado de Colima. *Revista Salud Pública y Nutrición* 8.

Michel-Morfin, J.E., E.A. Chávez y L. González. 2002. Population structure, effort and day yielding of the snail *Plicopurpura pansa* (Gould 1853) in the Mexican Pacific. *Ciencias Marinas* 28:357-368.

Purchon, R.D. 1977. *The biology of the Mollusca*. Pergamon Press Limited. Oxford.

Reaka-Kudla, M.L. 1997. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rainforests. En: *Biodiversity II: understanding and protecting our natural resources*. M.L. Reaka-Kudla, D.E. Wilson y E.O. Wilson. Joseph Henry (eds.). National Academy Press, Washington, D.C., pp. 83-108.

Ríos-Jara, E., C.C. Hernández-Cedillo, E. Juárez-Carrillo, *et al.* 2003. Aprovechamiento del caracol gorrito *Calyptraea spirata* (Forbes 1952) (Prosobranchia: Calyptraeidae) en la costa central de Jalisco, México. *Revista Scientia-CUCBA* 5:31-41.

Ríos-Jara, E., H.G. León-Álvarez, L. Lizárraga-Chávez, *et al*. 1994. Producción y tiempo de recuperación del tinte de *Plicopurpura patula* pansa (Neogastropoda: Muricidae) en Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical* 42:537-545.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. Beas-Luna, *et al.* 2001. Gastropods and bivalves of commercial interest from the continental shelf of Jalisco and Colima, México. *Revista de Biología Tropical* 49:785-789.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. Juárez-Carrillo, *et al.* 2001. Moluscos macrobénticos del intermareal y plataforma continental de Jalisco y Colima. Informe técnico. CONABIO.

———. 2004. La pesca artesanal en las costas de Jalisco y Colima. UDG. México.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. López-Uriarte, *et al.* 2006. Biodiversidad de moluscos marinos de la costa de Jalisco y Colima, con anotaciones sobre su aprovechamiento en la región. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán*. M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (eds.). ICRIP-Manzanillo/Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA)/SAGARPA, México, pp. 103-120.

Sánchez-González, G. 1989. *Contribución al conocimiento de los gasterópodos marinos de la bahía de Santiago, Colima, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UDG, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Skoglund, C. 1991. Additions to the panamic province bivalve (Mollusca) literature 1971-1990. *The Festivus* 22:1-74.

Skoglund, C. 1992. Additions to the panamic province gastropod (Mollusca) literature 1971-1992. *The Festivus* 25:1-169.

Velázquez Castro, A. 1999. Tipología de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan. En: *Colección Científica*. Vol. 392. INAH. México.

RECUADRO 1

## Moluscos marinos en el archipiélago de Revillagigedo

Colima cuenta con uno de los sistemas insulares más importantes de nuestro país, el archipiélago de Revillagigedo, que representa las únicas islas oceánicas tropicales en el Pacífico mexicano. De origen volcánico, este grupo de cuatro islas (Socorro, Clarión, San Benedicto y Roca Partida) se encuentra a 720 km de Manzanillo. Solamente las dos primeras se encuentran habitadas por personal de la Armada de México quienes resguardan la soberanía.

La riqueza biológica de estas islas ha sido objeto de interés y estudio, con numerosas expediciones para conocer aspectos biológicos, geológicos y ecológicos, tanto en tierra como en las aguas que las rodean. En 1994 fue declarada área natural protegida por la CONANP. Al hablar de los moluscos marinos de las Revillagigedo, sorprende que a pesar de su lejanía al continente no se presente un número mayor de especies endémicas, mostrando afinidad con la fauna panámica. En la actualidad se han reportado 222 especies de moluscos: 48 bivalvos, 164 gasterópodos y 10 quitones. Una especie de molusco endémica del archipiélago fue descrita recientemente y nombrada en honor a la mayor de las islas: Socorro, es una babosa marina (nudibranquio), diminuta, de un llamativo color rojo, que se alimenta de esponjas, llamada *Chromodoris socorroensis* (figura 1).



Figura 1. Recientemente se describió la babosa marina *Chromodoris socorroensis*, molusco marino endémico del archipiélago Revillagigedo.
Foto: Alicia Hermosillo González

# Moluscos continentales (Mollusca)

Edna Naranjo-García

## Descripción

Mollusca proviene del latín *mollis*, que significa blando, y como su nombre lo indica, estos animales invertebrados tienen como principales características: un cuerpo blando que puede estar cubierto o no de una concha, un manto (el tejido que secreta la concha) y una lengua raspadora por medio de la cual se alimentan (rádula). Viven en el mar, en aguas estuarinas, sobre la tierra y en aguas salobres o aguas dulces (Boss 1982). Están representados por las almejas, ostiones, veneras, lapas, pulpos, calamares, caracoles, babosas, liebres de mar, mejillones, entre muchos otros de formas muy diversas. Solamente los artrópodos les aventajan en cuanto a su gran diversidad.

## Antecedentes

Los moluscos se conocen desde épocas muy tempranas; se cree que aparecieron en el precámbrico, ya que existen fósiles con 500 millones de años de antigüedad. Están emparentados con los gusanos planos (Platyhelminthes), otros gusanos marinos (Nemertea, Sipuncula, Echiura), gusanos segmentados (Annelida), otros animales cercanamente relacionados a los artrópodos (Onychophora y Tardigrada) y con los artrópodos propiamente (Brusca y Brusca 2003).

Se conocen alrededor de 17 mil especies fósiles de cefalópodos con concha nautiloide (con la forma del muy conocido molusco *Nautilus* spp).



Naranjo-García, E. 2016. Moluscos continentales (Mollusca). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 288-294.

Los primeros indicios de bivalvos aparecen en el cámbrico medio temprano, mientras que los cefalópodos y placas de quitones se localizaron en el cámbrico superior (Solem 1974).

Existen aproximadamente 100 mil especies de moluscos vivientes (Solem 1974, Brusca y Brusca 2003). Los moluscos han sido agrupados en siete clases: Aplacophora (carecen de concha), Polyplacophora (con ocho placas, quitones), Monoplacophora (con una concha y lapas segmentadas), Gastropoda (con las vísceras sobre el pie, caracoles y babosas) (figura 1), Cephalopoda (la cabeza sobre el pie, calamares, jibias, pulpos y nautilos), Bivalvia (con dos valvas, ostiones, almejas, mejillones) y Scaphopoda (conocidos como colmillos de elefante marinos) (Solem 1974, Brusca y Brusca 2003).

El inventario de moluscos terrestres de México es incompleto (Naranjo-García 2003) y Colima se considera como uno de los estados de la vertiente del Pacífico menos conocido (Naranjo-García 1993), a pesar de que existen otros estados con muy poca información, por ejemplo Tlaxcala carece de registros. En el presente estudio se analizó la información actualizada sobre los moluscos continentales de Colima, con base en la integración de los datos registrados en la literatura y la información obtenida de la Colección Nacional de Moluscos del Instituto de Biología de la UNAM. Han sido muy escasos los estudios sobre moluscos terrestres en Colima, a pesar de ser una de las entidades con menor superficie (5 455 km$^2$), la cuarta más pequeña, después del Distrito Federal, Tlaxcala y Morelos.

Entre 1861 y 1862 el militar y coleccionista húngaro, John Xantus, fue comisionado a México, donde colectó varios ejemplares de moluscos en Colima, entre ellos especies de *Opeas colimense*, los cuales fueron descritos posteriormente por Crosse y Fischer (Fisher y Crosse 1870-1902). Hacia mediados del siglo XIX, a partir de las colectas de Rolle en Colima, fueron identificadas varias especies y subespecies de moluscos (Martens 1890-1901, Rolle 1895). Posteriormente, Pilsbry (1896) describió la especie *Polygyra matermontana*, aunque no se conoce la identidad del recolector ni la fecha de colecta.



**Figura 1.** Molusco subadulto de la familia Orthalicidae (*Orthalichus* sp.). La Huaracha, Madrid, Colima. Foto: Manuel Balcázar.

Por su parte, Dall (1926) refiere al científico norteamericano G. Dallas Hanna como responsable de la recolecta de moluscos en las islas Revillagigedo en 1925, al que acompañó personal de la Comisión de Pesquerías de los Estados Unidos. De esta manera, Dall (1926) hace un recuento de nueve especies de moluscos descubiertas en las islas hasta ese año, a pesar de las diversas expediciones. El cuadro 1 muestra un resumen de tales expediciones, así como de otros viajes relacionados con la recolecta de moluscos en esas islas.

En 1966, Fred G. Thompson hizo una incursión en el estado, en la cual describe varias especies, como *Ceochasma phrixina*, *Dissotropis amplaxis*, *Dicrista rugosa*, *Xenocyclus patulus* y *Coelostemma anaclasta* (Thompson 1968a, 1968b, 1969, 1971). Entre 1976 y 1984, parasitólogos del Instituto de Biología de la UNAM exploraron los alrededores del poblado de Madrid, en Colima, en búsqueda de moluscos acuáticos, hospederos intermediarios del tremátodo *Paragonimus mexicanus*, parásito de tlacuaches (*Didelphys virginiana californica*); registrando el caracol hidróbido *Aroapyrgus allei* (Lamothe-Argumedo *et al.* 1983). En esta exploración se colectaron ejemplares de moluscos terrestres y dulceacuícolas, ahora depositados en la Colección Nacional de Moluscos del Instituto de Biología de la UNAM.

## Diversidad y distribución

El total de moluscos continentales registrados hasta la fecha para Colima es de 44 especies y nueve subespecies, pertenecientes a 29 géneros

**Cuadro 1.** Año y persona que exploró alguna región de las islas Revillagigedo. Fuente: Dall 1926, Medina 1957, Adem 1960.

| Año | Explorador | Fuente |
|---|---|---|
| 1541 | Domingo del Castillo | Dall (1926) |
| 1772 | Miguel Pinto | Dall (1926) |
| 1811 | Alejando von Humboldt | Dall (1926) |
| 1825 | Benjamín Novell | Dall (1926) |
| 1848 | Reeve, quien avistó la erupción del volcán Evermann | Dall (1926) |
| 1903 | Expedición de la Californian Academy of Science isla Socorro | Medina (1957) |
| 1905 | Expedición de la Californian Academy of Science isla Socorro | Medina (1957) |
| 1925 | Expedición de la Californian Academy of Science | Dall (1926) |
| 1932 | Templeton Crocker expedición de la Californian Academy of Science | Dall (1926); Medina (1957) |
| 1933 | Escuela Nacional de Agricultura | Medina (1957) |
| 1948 | Club Cinegético Colimán | Medina (1957) |
| 1954 | Universidad de Guadalajara (abril) | Medina (1957) |
| 1958 | Universidad Nacional Autónoma de México (2 expediciones: enero y abril) | Adem (1960) |

y 23 familias (apéndice 1). Para la región continental de Colima se han registrado 28 especies de moluscos terrestres (dos de ellas con dos subespecies) y cuatro especies de moluscos dulceacuícolas. Las especies terrestres pertenecen a 17 géneros y las siguientes 13 familias: Eucalodiidae, Heliridae, Holospiridae, Neocyclotidae, Orthalicidae, Oleacinidae, Subulinidae, Polygyridae, Xanthonychidae, Scolodontidae, Succinidae y Vertiginidae. La mayoría son macromoluscos (mayores a 0.5 mm). Los micromoluscos están representados por los géneros: *Miradiscops*, *Thysanophora* y *Gastrocopta*. Las familias con mayor número de especies son Orthalicidae (siete especies de los géneros *Drymaeus* y *Orthalicus*).

Las especies de moluscos dulceacuícolas pertenecen a tres familias: Hydrobiidae, Physidae y Planorbidae. La primera es del orden Prosobranchia y las otras dos del orden Pulmonata; se trata de moluscos muy pequeños (micromoluscos).

En las islas Socorro y Clarión se han registrado 16 especies de moluscos terrestres, pertenecientes a 14 géneros y 14 familias. Seis de estas familias no están representadas en la región continental (Ferussaciidae, Punctidae y Strobilopsidae), el resto sí (Spiraxidae, Succineidae y Thysanophoridae). La mayoría de éstos son micromoluscos (menores a 0.5 mm), excepto por *Succinea* (9.0 mm) que es la especie de mayor tamaño. Sólo el caracol *Gastrocopta pellucida* (Pfeiffer 1841) es compartido entre Colima continental y las islas Socorro y Clarión (Dall 1926). Además, resulta interesante mencionar que cuatro especies se comparten entre la isla Socorro y las islas Tres Marías (*Caecilioides consobrina prima* y *Gastrocopta pellucida* con la isla María Madre y *Pseudosubulina evermanni* y *Guppya socorroana* con la isla María Magdalena) y que *Tornatellides clarionensis*, de acuerdo a Pilsbry, está relacionada con el grupo de *Tornatellides simplex* de las islas polinesias, mostrando ligeras variaciones con especies de Hawai y la Polinesia (Dall 1926).

Al comparar la información documental obtenida sobre los moluscos terrestres del estado, con los datos proporcionados por Naranjo-García (1993), sobre la fauna de moluscos conocida en los estados de la vertiente del Pacífico mexicano, se observa que la fauna malacológica de esta entidad (contando a las islas Revillagigedo), posee el mismo número de especies (45) que el estado de Michoacán. Colima presenta 22 géneros y 18 familias, mientras que Michoacán presenta 32 y 13, respectivamente. Colima forma parte del núcleo central de los estados de la vertiente del Pacífico, constituido por Jalisco, Michoacán, Sinaloa, Nayarit, Colima, Guerrero y Oaxaca; el estado de Sonora (al norte) y el de Chiapas (al sur) comparten algunos elementos con ellos; sin embargo, se separan por tener una fauna asociada más fuertemente con otras regiones vecinas (Naranjo-García 1993).

## Importancia

La función biológica que tienen los moluscos terrestres se relaciona con las cadenas alimenticias y energéticas de las cuales forman parte, además son formadores de suelo (Wilhelm 1976, Jones y Shachak 1990) y reducen los compuestos a componentes más sencillos (Schaefer 1990).



**Figura 2.** Molusco adulto de la familia Orthalicidae (*Drymaeus* sp.). Gruta de San Gabriel, Colima. Foto: Manuel Balcázar.

Los remanentes de los cuerpos y conchas de los moluscos integran y reciclan la materia orgánica como el nitrógeno y el fósforo (Schaefer 1990), además actúan de forma directa e indirecta sobre las actividades microbianas del suelo, acelerando la velocidad de descomposición de la hojarasca (Jennings y Barkham 1976). Los productos de la digestión de estos organismos devuelven la materia orgánica al suelo y promueven la formación de humus (Szlavecs 1986, Huhta *et al.* 1988) (figura 2). Estos productos también son empleados en la reconstrucción paleoambiental basada en elementos de morfología, taxonomía, ecología y distribución de especies vivas (actuales) y bajo el supuesto de que las especies fósiles tuvieron los mismos requerimientos, o parecidos, a los de especies actuales (Limondin 1995, Moine y Rousseau 2002).

## Amenazas y conservación

A pesar de tener una idea de cuáles y cuántos moluscos se localizan en Colima, conocemos muy poco acerca de su distribución. Considerando ello es de particular importancia conocer la situación general que guarda el bosque tropical caducifolio (BTC), señalada por Trejo y Dirzo (2000). Este tipo de vegetación observa una tasa de deforestación de 2.2% y está sujeta a múltiples amenazas: el sobrepastoreo, cambio de uso del suelo, la tala clandestina, los incendios forestales y la expansión de los centros de población. Estas perturbaciones a los ecosistemas de Colima afectan a la fauna que albergan, incluidos los moluscos. La importancia del BTC queda de manifiesto, tanto por su elevada riqueza biótica como por sus elevados índices de endemismos.

Por ejemplo, García (2006) en su estudio de la herpetofauna de las tierras bajas en la vertiente del Pacífico mexicano localizó focos importantes de altos niveles de endemismo y riqueza de especies, destacando, entre otras, gran parte de Colima. Se considera que otros grupos de vertebrados asociados con el BTC también observan altos niveles de riqueza de especies y endemismos. Se cree que esta región tiene especial importancia para inventarios y estudios sobre la fauna de moluscos terrestres. Existe la posibilidad de encontrar nuevas especies de moluscos terrestres para la ciencia, por lo que es recomendable dar prioridad a la conservación de los sitios que aún están cubiertos con vegetación original.

Otras amenazas que han señalado diversos autores y que afectan también a los moluscos incluyen a las termoeléctricas (Mellink Bijtel y De la Riva Hernández 2005) y a los desarrollos costeros

(Chávez-Comparan y Macías-Zamora 2006). En las islas, además de las anteriores se han observado diferentes amenazas para la fauna nativa; por ejemplo, los cochinos y conejos introducidos en la isla Clarión y San Benedicto (Martínez-Gómez y Jacobsen 2004), así como los gatos y borregos también introducidos en la isla Socorro (Martínez-Gómez y Curry 1996). Se sabe que la fauna introducida en las islas daña la vegetación y directa e indirectamente a los animales y sus refugios, como pueden ser los moluscos terrestres.

## Conclusiones

Es importante conocer, estudiar y conservar a los moluscos terrestres debido a su función biológica en las cadenas tróficas de las cuales forman parte, así como de los importantes procesos de descomposición orgánica y formación de suelo. Es necesario realizar colectas y estudios sistemáticos para conocer mejor la diversidad y distribución de especies de este grupo de organismos. Cabe subrayar que dada esta falta de conocimiento del grupo, ninguna especie de las que se han registrado en Colima se enlista en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## Referencias


Adem, J. 1960. Introducción. En: *La isla Socorro, archipiélago de Revillagigedo*. J. Adem, E. Cobo, L. Blásquez, *et al.* (eds.). Monografía del Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), pp. 7-12.

Boss, K.J. 1982. Mollusca. En: *Sinopsis and clasification of living organisms*. Vol I. S.P. Parker (ed.). McGraw-Hill, Nueva York, pp. 945-1166.

Brusca, R.C. y G.J. Brusca. 2003. *Invertebrates*. Sinauer Assoc., Inc. Sunderland, Massachusetts.

Chávez-Comparan, J.C. y R. Macías-Zamora. 2006. Structure of reef fish communities in the littoral of Colima, Mexico. *Journal of Biological Sciences* 6:65-75.

Dall, W.H. 1926. Land shells of Revillagigedo and Tres Marias Islands, México. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 15:467-491.

Fisher, P.H. y J.C.H. Crosse. 1870. Etudes sur les mollusques terrestres et fluviatiles de Mexique et du Guatemala. *Mission Scientifique au Mexique et dans l'Amerique Centrale. Vol. 1*. Recherches Zoologiques.

García, A. 2006. Using ecological niche modeling to identify diversity hotspots for the herpetofauna of Pacific lowlands and adjacent interior valleys of Mexico. *Biological Conservation* 130:24-46.

Huhta, V., H. Setälä y J. Haimi. 1988. Leaching of N and C from birch leaf litter and raw humus with special emphasis on the influence of soil fauna. *Soil Biology and Biochemistry* 20:875-878.

Jennings, T.J. y J.P. Barkham. 1976. Food of slugs in mixed deciduous woodland. *Oikos* 26:211-221.

Jones, C.G. y M. Shachak. 1990. Fertilization of the desert soil by rock-eating snails. *Nature* 346:839-841.

Lamothe-Argumedo, R., E.A. Malek y O. Meave-Gallegos. 1983. *Aroapyrgus alleei* Morrison, 1946 (Gastropoda: Hydrobiidae) first intermediate host of *Paragonimus mexicanus* in Colima. Mexico. *Journal of Parasitology* 69:226-228.

Limondin, N. 1995. Late-glacial and holocene malacofaunas from archaeological sites in the somme valley (north France). *Journal of Archaeological Science* 22:683-698.

Martens, Von E. 1890. *Biologia Centrali-Americana*. Land and freshwater Mollusca. Dulau & Co. Londres. Reino Unido.

Martínez-Gómez, J.E. y R.L. Curry. 1996. The conservation status of the Socorro mockingbird mimodes graysonik in 1993-1994. *Bird Conservation International* 6:271-283.

Martínez-Gómez, J.E. y J.K. Jacobsen. 2004. The conservation status of towsend's shearwater *Puffinus auricularis auricularis*. *Biological Conservation* 116:35-47.

Medina, G.M. 1957. Expedición científica a las islas Revillagigedo. Universidad de Guadalajara (UDG). Guadalajara, Jalisco.

Mellink, E. y G. de la Riva. 2005. Non-breeding waterbirds at laguna de Cuyutlán and its associated wetlands, Colima, Mexico. *Journal of Field Ornithology* 76:158-167.

Méndez-Guajardo, P. 2001. Analysis of the environmental impact caused by introduced animals in the Clarion island, archipielago of Revillagigedo, Colima, Mexico. En: *Global change and protected areas*. G. Visconti, M. Beniston, E.D. Lannorelli y D. Barba (eds.). Springer Editors. The Nederlands, pp. 323-329.

Moine, O. y D.D. Rousseau. 2002. Paleoclimatic reconstruction using mutual climatic range on terrestrial mollusks. En: *European Geophysical Society XVIII General Assemby, Abstracts*. Niza, Francia.

Naranjo-García, E. 1993. The land snails of the western coast of México. *Western Society of Malacologists, Annual Report* 26:8-11.

———. 2003. Moluscos continentales de México: terrestres. Malacología latinoamericana. *Revista de Biología Tropical* 51:495-505.

Pilsbry, H.A. 1896. New species of the helicoid genus *Polygyra*. En: *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 48:15-20.

Rolle, H. 1895. Beitrag zur fauna von Mexico. *Nachrichtsbatt der Deutschen Malakozoologischen Gesellschaft* 32:93-95.

Schaefer, M. 1990. The soil fauna of a beach forest on limestone trophic structure and energy budget. *Oecologia* 82:128-136.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Solem, A. 1974. *The shell makers: introducing mollusks*. John Wiley and Sons. Nueva York.

Szlavecs, K. 1986. Food selection and nocturnal behavior of the land snails *Monadenia hillebrandi mariposa* A.G. Smith (Pulmonata: Helminthoglyptidae). *The Veliger* 29:183-190.

Thompson, F.G. 1966. A new pomatiasid from Chiapas, Mexico. *The Nautilus* 80:24-28.

———. 1968a. *Ceochasma*, a remarkable new land snail from Colima, México (Gastropoda: Prosobranchia, Helicinidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 81:45-52.

———. 1968b. Some mexican land snails of the family Urocoptidae. *Bulletin of the Florida State Museum Biological Sciences* 12:125-183.

———. 1969. Some mexican and central american land snails of the family Cyclophoridae. Zoologica. *New York Zoological Society* 54:35-77.

———. 1971. Some mexican land snails of the genera *Coelostemma* and *Metastoma* (Urocoptidae). *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences* 15:267-302.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:133-142.

Wilhelm, E.C.Jr. 1976. *Soil biology, with special reference to the animal kingdom*. Faber and Faber Limited. Londres.

# Estrellas, erizos y pepinos de mar (Echinodermata)

Francisco A. Solís-Marín
Alfredo Laguarda-Figueras
Alicia Durán-González

## Descripción

Los equinodermos (del griego *echinos*, espinoso; *dermatos*, piel) son invertebrados estrictamente marinos representados por las estrellas de mar (figuras 1 y 2) y organismos similares como: lirios de mar, estrellas quebradizas u ofiuros, erizos y pepinos de mar (figura 3). Este grupo de organismos es un linaje muy antiguo (phylum Echinodermata) no muy distante al de los cordados (phylum Chordata). Aparentemente el grupo se originó en el precámbrico y fueron bastante comunes y diversos en el cámbrico temprano, hace 600 millones de años. Existen aproximadamente 16 clases extintas de equinodermos, con más de 13 mil especies fósiles descritas que se agrupan en cinco subphyla, 23 clases y más de 3 100 géneros; muchas de ellas bastante distintas en su forma con respecto a las actuales; sin embargo, hasta aquellas formas más primitivas poseían un esqueleto bien desarrollado y diversos patrones corporales (Pawson 2007).



**Figura 1** Estrella de mar *Mithrodia bradleyi*, habitante de las zonas rocosas. Foto: Valeria Mas.

Solís-Marín, F.A., A. Laguarda-Figueras y A. Durán-González 2016. Estrellas, erizos y pepinos de mar (Echinodermata). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 295-304.



**Figura 2.** Estrella de mar *Acanthaster planci*, habitante de las zonas coralinas. Foto: Valeria Mas.



**Figura 3.** Pepino de mar *Cucumaria flamma*, habitante de las zonas rocosas someras. Foto: Francisco A. Solís-Marín.

El conocimiento sobre la diversidad de equinodermos en Colima es limitado (Solís-Marín *et al.* 1993, Honey-Escandón *et al.* 2008); sin embargo, gracias a las exploraciones y a los estudios realizados en diversas áreas y hábitats de la costa colimense y lugares aledaños, se ha generado el presente inventario, el cual representa una fuente de información fundamental.

Los estudios sobre los equinodermos en Colima, y en general del Pacífico mexicano, comenzaron en el siglo XIX con las revisiones de distintas colecciones zoológicas provenientes de diversas expediciones en las costas del Pacífico del continente americano. Destacan los estudios realizados por el zoólogo norteamericano Alpheus Hyatt Verrill (1871*a*, *b*) sobre material colectado desde Baja California hasta Panamá, depositado en el Museum of Comparative Zoology de la Universidad de Harvard, EUA. Poco después, las expediciones realizadas por el crucero H.M.S. Challenger generaron diversas publicaciones sobre las diferentes clases de equinodermos para esa zona (Lyman 1879, 1882, Agassiz 1881, Théel 1886, Sladen 1889). Durante 1910 el estadounidense W.L. Klawe realizó algunas colectas de ejemplares en las costas de Colima, conformando así los primeros registros de equinodermos de aguas someras para el área de estudio. Más tarde, en 1939, el barco norteamericano Stranger también realizó algunas colectas de equinodermos en la zona.

Las publicaciones de Ludwig (1905) y H.L. Clark (1920*a*, 1920*b*) se basaron en el material biológico recogido en las distintas exploraciones realizadas entre 1899 y 1905 por el buque oceanográfico Albatros, en el Pacífico central americano, con algunos registros de las aguas profundas frente al estado. En ese mismo siglo varios autores realizaron numerosas revisiones morfológicas y sistemáticas, entre los que destacan: Fisher (1906); Caso (1941, 1943, 1944, 1945, 1946, 1948, 1949, 1951, 1954, 1957, 1961, 1962a, 1962b, 1963, 1964, 1965, 1966, 1970a, 1970b,

1974, 1975, 1977, 1978, 1980a, 1980b, 1983a, 1983b); H.L. Clark (1940, 1948); Deichmann (1938, 1941, 1958); Ziesenhenne (1940, 1942); Domantay (1953); Fell (1962); Maluf (1988); Hendler (1996); Solís-Marín y Laguarda-Figueras (1999); y ya en este siglo el estudio de Solís-Marín *et al.* (2005).

Es importante recalcar que por su importancia biogeográfica y faunística, el archipiélago Revillagigedo ha sido objeto de distintos trabajos y expediciones de los que se han desprendido varias listas de equinodermos, tal es el caso de los trabajos de Caso (1962b), Reyes-Bonilla (1995) y Frontana-Uribe *et al.* (2000), entre otros.

## Diversidad y distribución

Existen por lo menos 6 500 especies de equinodermos que habitan el planeta hoy día. Estas se agrupan en cinco clases: los crinoideos o lirios de mar (Crinoidea, aproximadamente 700 especies), las estrellas de mar (Asteroidea, aproximadamente 1 800), los ofiuroideos (Ophiuroidea, aproximadamente 2 000), los erizos de mar (Echinoidea, aproximadamente 900) y los pepinos de mar (Holothuroidea, aproximadamente 1 200). México alberga una significativa diversidad de equinodermos. Hasta el momento se han registrado 643 especies que habitan nuestro mar territorial, es decir, aproximadamente 10% de las especies de equinodermos existentes en el planeta (Solís-Marín *et al.* 2013).

En Colima se han registrado hasta la fecha 59 especies (14 Asteroidea, 14 Ophiuroidea, 13 Echinoidea y 18 Holothuroidea) (apéndice 1), distribuidas en 39 géneros, 28 familias, 12 órdenes y cuatro clases (cuadro 1). Los registros de los equinodermos de Colima varían en un intervalo que va de los 0 a los 898 m de profundidad, aunque la mayoría se encuentran en un intervalo de 0 a 60 m.

Colima posee 10% de la fauna de equinodermos de los mares mexicanos, que corresponde a 1% de los equinodermos del planeta. La fauna de equinodermos del estado es semejante a la de Nayarit, Guerrero y Michoacán, con las cuales comparte aproximadamente 90% de sus especies. Más de 90% de los registros de equinodermos en Colima se encuentran depositados en la colección nacional de equinodermos Dra. Ma. E. Caso Muñoz, del

**Cuadro 1.** Número de órdenes, familias, géneros y especies de equinodermos registrados para el estado. Fuente: elaboración propia, basada en la colección nacional de equinodermos Dra. Ma. E. Caso Muñoz, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) de la UNAM y la colección de equinodermos del Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsoniano, Washington, D.C., EUA.

| | Asteroidea | Ophiuroidea | Echinoidea | Holothuroidea | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| Órdenes | 4 | 1 | 5 | 2 | 12 |
| Familias | 9 | 7 | 8 | 4 | 28 |
| Géneros | 10 | 10 | 11 | 8 | 39 |
| Especies | 14 | 14 | 13 | 18 | 59 |

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) de la UNAM, y el resto en la colección de equinodermos del Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsoniano, en Washington D.C. Las especies que se encuentran con mayor frecuencia en los litorales de Colima son: *Luidia superba*, *Astropecten armatus*, *Pentaceraster cumingi* (figura 4), *Pharia pyramidatus* (figura 5), *Phataria unifascialis*, *Ophiocoma aethiops*, *Ophiocoma alexandri*, *Eucidaris thouarsii*, *Diadema mexicanum*, *Echinometra vanbrunti*, *Toxopneustes roseus* (figura 6), *Mellita longifissa*, *Isostichopus fuscus* (figura 7), *Holothuria Halodeima kefersteini*, *Holothuria Selenkothuria lubrica*, *Holothuria Thymiosycia arenicola* y *H. impatiens*, estas últimas dos especies también se encuentran distribuidas en el golfo de California y el caribe mexicano.

El archipiélago Revillagigedo posee 45 especies registradas de equinodermos, esto es 75% de la diversidad de Colima. Algunas especies de equinodermos como el erizo *Echinometra oblonga* son de distribución restringida al archipiélago.

Los equinodermos se distribuyen en todos los mares del planeta. Son especialmente abundantes en las zonas tropicales y subtropicales, aunque algunos grupos, como las estrellas de mar y holoturoideos, alcanzan una gran diversidad cerca de los polos. Habitan todas las profundidades, aunque la mayor diversidad se registra entre los 0 y los 300 m. En las zonas profundas de los océanos llegan a constituir 90% de la biomasa.

Existe una especialización corporal de estos organismos de acuerdo con el hábitat que ocupan. Aunque la mayoría de los holoturoideos viven en el fondo marino (bentónicos), un buen número de especies de este grupo son nadadoras y su corona tentacular se ha transformado en un velum que usan a manera de paracaídas para desplazarse en la columna de agua; además, se conoce una especie que vive entre las bran-



**Figura 4.** Un grupo de estrellas de mar *Pentaceraster cumingi*, habitante de las zonas rocosas. Foto: Valeria Mas.

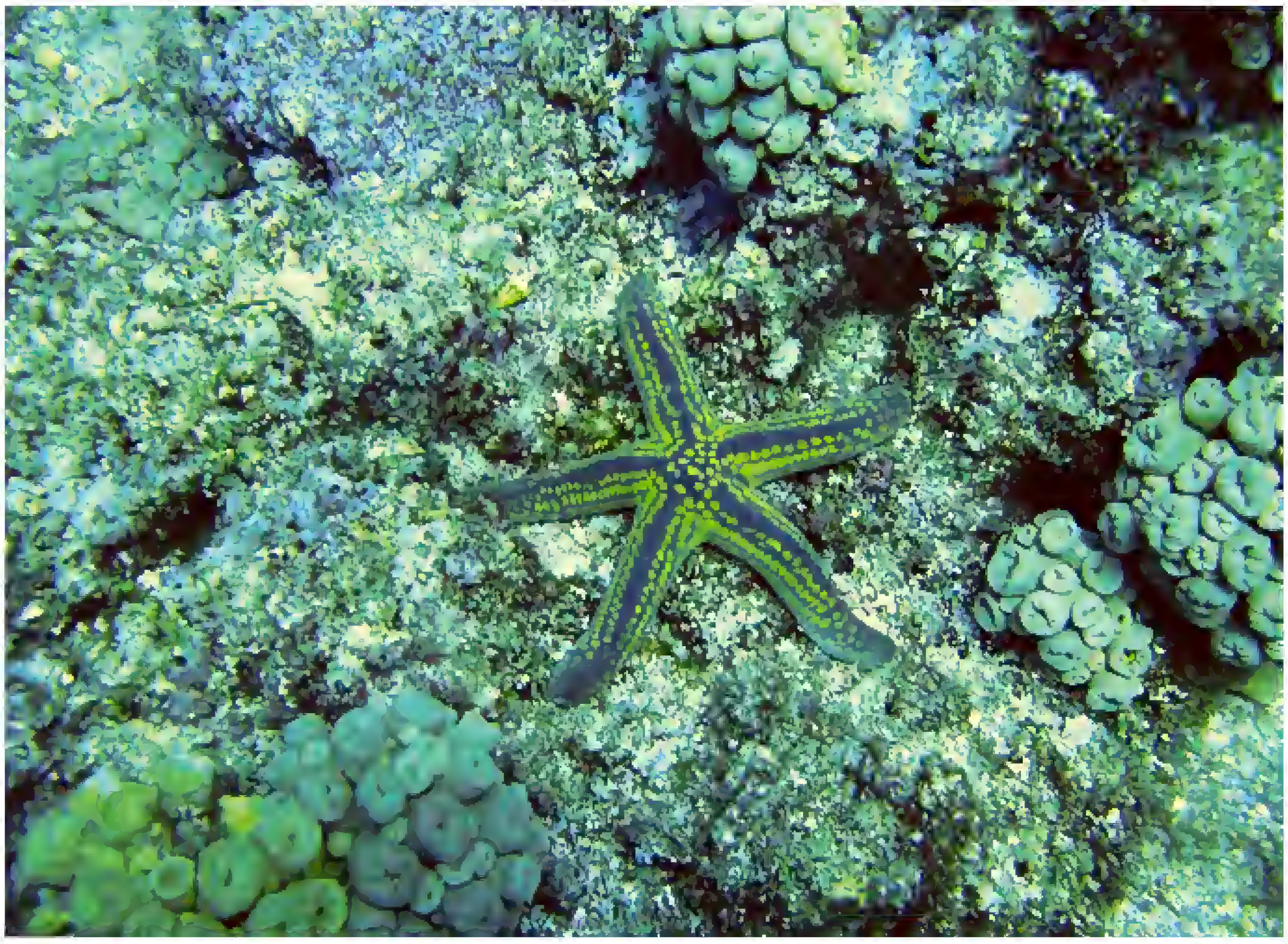


**Figura 5.** Estrella de mar, *Pharia pyramidatus*, habitante de las zonas rocosas. Foto: Francisco A. Solís-Marín.

quias de un pez óseo (*Rynkatropa pawsoni*), beneficiándose de esta condición sin afectar al pez (comensalismo). Los erizos que viven en la zona de rompientes están sujetos a las rocas con ayuda de unas estructuras llamadas pies ambulacrales suctores, y la forma y disposición de sus espinas amortigua el golpe de las olas. Los erizos que habitan a grandes profundidades tienen la testa más suave y soportan las altas presiones hidrostáticas que podrían aplastar a cualquier otro erizo. Las especies que habitan en las trincheras oceánicas son muy delgadas y largas, lo que disminuye considerablemente su peso corporal y les permite vivir sobre fondos blandos.



**Figura 6**. Erizo de mar, *Toxopneustes roseus*, habitante de las zonas rocoso-arenosas. Foto: Carlos Sánchez Ortiz.

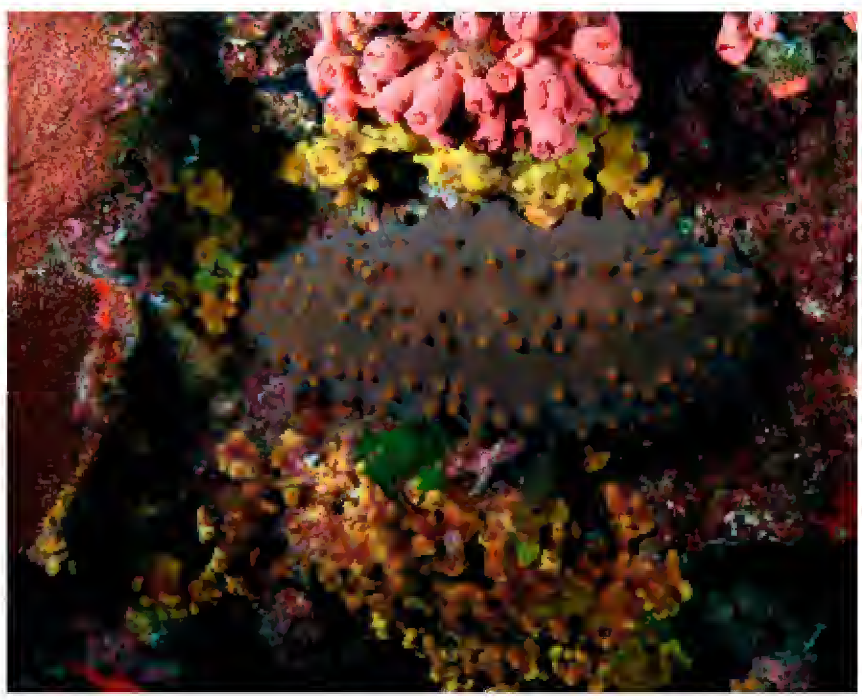


**Figura 7.** Pepino de mar, *Isostichopus fuscus*, habitante de las zonas rocosas y someras. Foto: Valeria Mas.

## Importancia

La importancia ecológica de los equinodermos radica en el papel que desempeñan en la red trófica (nicho ecológico), así como en su capacidad para modificar las condiciones del sustrato en el que viven (bioturbación). Respecto a su importancia económica, sobresale el pepino de mar como uno de los recursos pesqueros de México poco conocidos, con un mercado importante en los países asiáticos, en donde se comercializa deshidratado y se consume principalmente en sopas y ensaladas. Los pepinos de mar contienen compuestos químicos utilizados para elaborar productos farmacéuticos, y otros que poseen principios activos (holoturinas) capaces de inhibir el crecimiento de células cancerosas y actuar directamente sobre las células de la sangre y el sistema nervioso central de muchos animales vertebrados. Estas sustancias se están investigando en diversos laboratorios del mundo, especialmente de Europa y Asia. En México se han desarrollado investigaciones sobre los procesos para la extracción de esas sustancias.

## Amenazas y conservación

El Instituto Nacional de Ecología (INE) declaró a la especie de pepino de mar, habitante de las costas de Colima, *Isostichopus fuscus*, según la NOM-059-SEMARNAT-2010, como especie en peligro de extinción (Herrero-Pérezrul y Chávez 2005, SEMARNAT 2010). Esta especie está incluida en el catálogo de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES); sin embargo, no existen estudios científicos sobre sus poblaciones que permitan de una manera certera conocer la situación de esta especie. *I. fuscus* ha sido pescada intensivamente por su valor comercial, por lo que se requiere regular su pesquería.

Se sabe que anualmente se exportan aproximadamente 1 200 toneladas métricas (en peso húmedo) de pepinos de mar, a diferentes países de Asia, principalmente a China, donde son utilizadas para el consumo humano (Purcell *et al.* 2010). Otras especies de pepinos de mar mexicanos que acompañan a *I. fuscus* en su hábitat, como las del género *Holothuria*, son utilizadas en otros países como materia prima para el desarrollo de productos químicos que alcanzan altos precios en el mercado.

## Conclusiones

Es necesario hacer estudios de los equinodermos de México y Colima, dada su importancia biológica y su potencial económico. Se deben realizar estudios de diversidad y abundancia de estos organismos para regular el aprovechamiento que puede estar sufriendo por parte de los pescadores y que podría amenazar la conservación de este grupo de organismos de origen ancestral.

## Referencias

Agassiz, A. 1881. Report of the Echinoidea dredged by the H.M.S. Challenger during the year 1873-1876, *Zoology* 3(9):1-321.

Caso, M.E. 1941. Contribución al conocimiento de los Asteroideos de México. Vol. I. La existencia de *Linckia guildinguii* Gray, en la costa pacífica. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). *Anales del Instituto de Biología* UNAM 12(1):155-160.

———. 1943. *Contribución al conocimiento de los astéridos de México*. Tesis de maestría en ciencias biológicas. Facultad de Ciencias, UNAM.

———. 1944. Estudio sobre astéridos de México. Algunas especies interesantes de astéridos litorales. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 15(1):237-257.

———. 1945. Modificación de la familia Luidiidae Verrill. Las subfamilias nuevas de la familia Luidiidae y observaciones de *Platasterias latiradiata*. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 16(2):459-473.

———. 1946. Contribución al conocimiento de los equinodermos de México. I. Distribución y morfología de *Mellita quinquiesperforata* (Leske), *M. lata* Clark y *M. longifissa* Michelin. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 17(1-2):247-259.

———. 1948. Contribución al conocimiento de los equinodermos de México. II. Algunas especies de equinoideos litorales. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 19(1):183-231.

———. 1949. Contribución al conocimiento de los equinodermos litorales de México. UNAM). *Anales del Instituto de Biología UNAM* 20(1-2):341-355.

———. 1951. Contribución al conocimiento de los ofiuroideos de México. Vol. 1. Algunas especies de ofiuroideos litorales. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 22(1):219-312.

———. 1954. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México. Algunas especies de Holoturoideos litorales y descripción de una nueva especie *Holothuria portovallartensis*. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 25(1-2):417-422.

———. 1957. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México. Vol. III. Algunas especies de holoturoideos litorales de la costa pacífica de México. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 28(1-2):309-338.

———. 1961. Estudios sobre astéridos de México. Observaciones sobre especies de *Tethyaster* de las costas de México. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 31(1-2):449-461.

———. 1962*a*. Estudios sobre astéridos de México. Observaciones sobre especies pacíficas del género *Acanthaster* y descripción de una subespecie nueva, *Acanthaster ellisi pseudoplanci*. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 32(1-2):313-331.

———. 1962*b*. Estudios sobre equinodermos de México. Contribución al conocimiento de los equinodermos de las islas Revillagigedo. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 33(1-2):293-330.

———. 1963. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México. Descripción de una n. sp. de *Holothuria* de un nuevo subgénero (*Paraholothuria* n. sg.). UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 33(1-2):367-380.

———. 1964. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de México. Descripción de un nuevo subgénero del género *Microhtele* y una nueva especie *Microthele* (*Paramicrothele*) *zihuatanensis*. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 35(1-2):105-114.

———. 1965. Estudio sobre equinodermos de México. Contribución al conocimiento de los holoturoideos de Zihuatanejo y de la isla de Ixtapa (primera parte). UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 36(1-2):253-291.

———. 1966. Contribución al estudio de los holoturoideos de México. Morfología interna y ecología de *Stichopus fuscus* Ludwig. UNAM. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 37(1-2):175-181.

———. 1970*a*. Contribución al conocimiento de los Asterozoa de México. Situación taxonómica actual, morfología externa y datos ecológicos de *Platasterias latiradiata* Gray. UNAM. *Anales del Instituto de Biología, Serie Ciencias del Mar y Limnología* 41(1):1-62.

———. 1970*b*. Morfología externa de *Acanthaster planci* (Linnaeus). *Anales del Instituto de Biología, Serie Ciencias del Mar y Limnología* 41(1):63-78.

———. 1974. Contribución al estudio de los equinoideos de México, Morfología de *Tripneustes depressus* Agassiz y estudio comparativo entre *T. ventricosus* y *T. depressus*. UNAM. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 1(1):25-40.

———. 1975. Contribución al conocimiento de los Asterozoa de México. La familia Mithrodiidae. Descripción de una nueva especie del género *Mithrodia*. *Mithrodia enriquecasoi* sp. nov. UNAM. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 2(1):1-28.

———. 1977. Especies de la familia Asterinidae en la costa pacífica de México. Descripción de una nueva especie del género *Asterina*, *Asterina agustincasoi* sp. nov. UNAM. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 4 (1): 209-232.

———. 1978. Los Equinoideos del Pacífico de México. Parte 1. Órdenes Cidaroidea y Aulodonta; Parte 2. Órdenes Stiridonta y Camarodonta. UNAM. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, publicación especial (1): 244 pp.

———. 1980*a*. Contribución al estudio de los Echinozoa de México. La familia Mellitidae Stefanini. Descripción de una nueva especie del género *Mellita*, *Mellita eduardobarrosoi* sp. nov. UNAM. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 7(2):141-180.

———. 1980*b*. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte 3. Orden Clypeasteroida. UNAM. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, publicación especial (4):1-252.

———. 1983*a*. Especies del género *Amphiochondrius* de la costa del Pacífico americano. Descripción de una nueva especie del género *Amphichondrius*. *Amphichondrius unamexici* sp. nov. (Ophiuroidea). UNAM. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 10(1):209-230.

———. 1983*b*. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte IV. Órdenes Cassiduloida y Spatangoida. UNAM. Instituto Ciencias del Mar y Limnología, publicación especial (6):1-200.

Clark, H.L. 1920*a*. Asteroidea. XXXII. Report on the scientific results of the expedition to the eastern tropical pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U. S. Fish. Comission Steamer "Albatross", from October, 1904, to March, 1905, Lieut. Commander L. M. Garrett, U.S.N., Commanding. *Memoirs of the Museum Comparative Zoölogy at Harvard College* 39(3):73-113.

———. 1920*b*. Holothuroidea. XXXIII. Reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U. S. Fish. Comission Steamer "Albatross", from October, 1904, to March, 1905, Lieut. Commander L. M. Garrett, U.S.N., Commanding. *Memoirs of the Museum Comparative Zoölogy at Harvard College* 39(4):119-154.

———. 1940. XXI. Notes on Echinoderms from the west coast of central america. Eastern pacific expeditions of the New York Zoological Society. *Zoologica* 25:331-352.

———. 1948. A report of the Echini of the warmer eastern Pacific, based on the collections of the "Velero" III. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 8 (5):225-351.

Deichman, E. 1938. Holothurians from the western coasts of lower California and central America and from the Galapagos islands. *Zoologica* 23(4)(18):361-387.

Deichman, E. 1941. Dendrochirota. Part I. The holothuroidea collected by the Velero III during the years 1932 to 1938. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 8(3):61-195.

———. 1958. Aspidochirota. Part II. The holothuroidea collected by the Velero III and IV during the years 1932 to 1954. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 11(2): 253-348.

Domantay, J.S. 1953. A brief summary of the Pacific and Atlantic holothuroidea of the Allan Hancock Foundation Collections. *The Philippine Journal of Science* 82(2):133-140.

Fisher, W.K. 1906. New starfishes from the Pacific coast of north America. *Proceedings of the Washington Academy of Sciences* 8:111-139.

Hendler, G. 1996. Echinodermata collected at Rocas Alijos. En: *Rocas Alijos. Scientific results from the Cordell Expeditions*. R.W. Schmieder (ed.). Monographie Biologicae. Kluwer Acad. Publishers, Londres. pp. 75-481.

Herrero-Pérezrul, M.D. y E.A. Chávez. 2005. Optimum fishing strategies for *Isostichopus fuscus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the gulf of California, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 53(supl. 3):357-366.

Honey-Escandón, M., F.A. Solís-Marín y A. Laguarda-Figueras. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano. *Revista Biología Tropical* 56 (supl. 3):57-73.

Ludwig, H.L. 1905. Asteroidea. VII. Reports on an exploration off the west coast of Mexico, central and south America, and off the Galapagos islands, in charge of Alexander Agassiz, by the U. S. Fish Commision steamer "Albatros", during 1891. xxxv. Reports on the scientific results of the expedition to the tropical Pacific in charge of A. Agassiz on the Fish Commision Steamer "Albatros", from August, 1899, to march, 1900. *Memoirs of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College* 32:1-292.

Lyman, T. 1879. Ophiuridae and Astrophytidae of the exploring voyage of H. M. S. "Challenger", under Prof. Sir W. Thomson, F. R. S. Part II. Ophiuridae and Astrophytidae of the "Challenger" expedition. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College* 6(2):17-83.

Maluf, L.Y. 1988. Composition and distribution of the central eastern Pacific Echinoderms. *Natural History Museum Los Angeles County Technical Reports* 2:1-242.

Pawson, D.L. 2007. Phylum Echinodermata. *Zootaxa* 1668:749-764.

Purcell, S.V., A. Lovatelli, M. Vasconcellos y Y. Ye. 2010. *Manejo de las pesquerías de pepino de mar con un enfoque ecosistémico. Documento técnico de pesca y acuicultura núm. 520*. Food and Agriculture Organization (FAO), Roma.

Reyes-Bonilla, H. 1995. Asteroidea and Echinoidea (Echinodermata) of isla San Benedicto, Revillagigedo Archipielago, Mexico. *Revista de Investigación Científica. Serie Ciencias del Mar UABCS* 6(1):29-38.

Sladen, W.P. 1889. Report on the Asteroidea. Report on the scientific results of the Voyage of H.M.S. Challenger during the Years 1873-1876. *Zoology* 30:1-893.

Solís-Marín, F.A. y A. Laguarda-Figueras. 1999. *Cucumaria flamma*, a new species of sea cucumber from the central eastern Pacific (Echinodermata: Holothuroidea). *Procedings of the Biological Society of Washington* 112:778-786.

Solís-Marín, F.A., A. Laguarda-Figueras, A. de la Luz Durán-González, *et al.* 2005. Equinodermos (Echinodermata) del golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* 53 (supl. 3): 123-137.

Solís-Marín F.A., M.D. Herrero-Pérezrul, A. Laguarda-Figueras y J. Torres-Vega. 1993. Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata). En: *Biodiversidad marina y costera de México*. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). México, pp. 865.

Solís-Marín F.A., M. Honey-Escandón, B.I. Herrero-Pérezrul, *et al*. 2013. Echinoderms from Mexico: biodiversity, distribution and current state of knowledge. En: *Echinoderm research and diversity in Latin America.* J.J. Alvarado-Barrientos y F.A. Solís-Marín (eds.). Springer, pp. 11-65.

Théel, H. 1886. Report on the Holothurioidea dredged by the HMS Challenger during the years 1873-1876. Part II. Report of the Scientific Results of the voyage of H.M.S. Challenger 1873-1876, *Zool*ogy 14:1-290.

Verrill, A.E. 1871*a*. Notes on the Radiata in the Museum of Yale College, with Descriptions of New Genera and Species. Additional observations on echinoderms, chiefly from the Pacific Coast of America. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science* 1(8):568-593.

———. 1871b. Notes on the Radiata in the Museum of Yale College, with Descriptions of New Genera and Species. On the echinoderm fauna of the gulf of California and Cape St. Lucas. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Science* 1(9):593-610.

# Ofiuros
## (Ophiuroidea)

Francisco A. Solís-Marín
Alicia Durán-González
Lucía Alejandra Hernández-Herrerón

## Descripción

El conocimiento sobre la gran biodiversidad de equinodermos del Pacífico mexicano es considerable gracias a los estudios realizados en sus diversos hábitats, lo que ha dado lugar a inventarios y otro tipo de trabajos que representan una invaluable fuente de información para diversos tipos de estudios (Honey-Escandón *et al.* 2008).

La clase Ophiuroidea está conformada por equinodermos de vida libre, que como principal característica presentan un cuerpo de forma circular aplanada y brazos (generalmente cinco) que salen del mismo. Los ofiuroi-

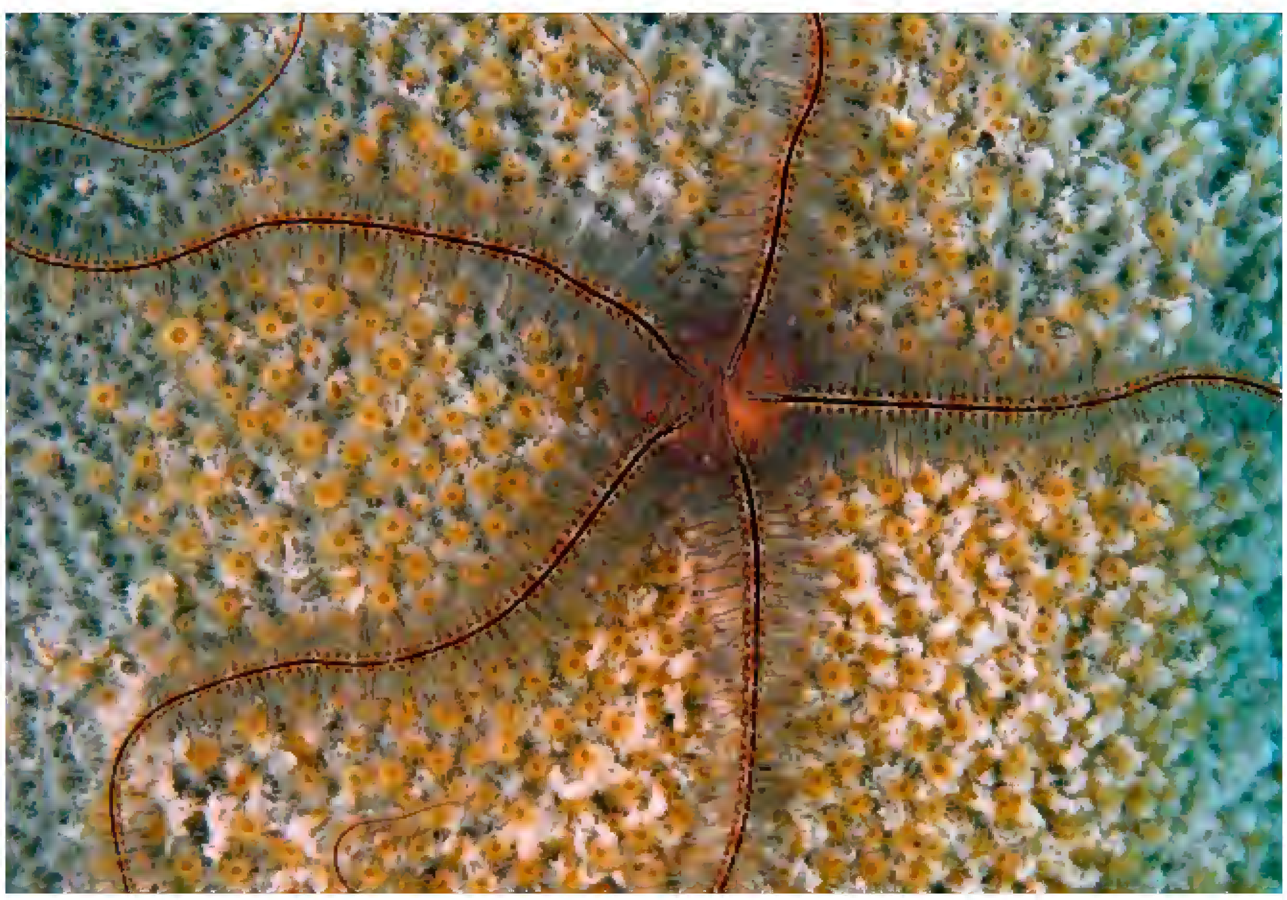


**Figura 1.** Equinodermo de la clase Ophiuroidea (*Ophiothrix suensonii*). Foto: Octavio Aburto Oropeza/Banco de imágenes CONABIO.

Solís-Marín, F.A., A. Durán-González y L.A. Hernández-Herrerón. 2016. Ofiuros (Ophiuroidea). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 305-308.

deos se desplazan sobre el fondo marino utilizando los brazos para reptar por encima de rocas, arena, coral, algas y otros sustratos (Bejarano-Chavarro *et al.* 2004). Existen ofiuros carroñeros, filtradores, consumidores de partículas sedimentadas y carnívoros; estos últimos poseen técnicas de engaño que incluyen la detección, persuasión y captura, para poder cazar diferentes tipos de presas (Hendler *et al.* 1995).

## Diversidad

Existen aproximadamente 2 mil especies de ofiuroideos descritos en el mundo (Pawson 2007) y México alberga a 193 de ellas (10%) (Solís-Marín *et al.* 2013). El estado cuenta con 14 especies de ofiuros, agrupados en 10 géneros y siete familias (Solis-Marín *et al.* 2013 , apéndice 1).

El litoral marino de Colima crea una importante diversidad de hábitats para la fauna marina, debido a que es mayormente arenoso, seguido por un sustrato rocoso y algunos manchones de coral, mientras que en el archipiélago Revillagigedo existe una topografía accidentada intercalada con fondos planos, lo que provee nuevas condiciones para el desarrollo de este grupo. La mayoría de las especies de ofiúridos en Colima han sido recolectadas en fondos

**Cuadro 1.** Especies de ofiuros. Fuente: elaboración propia basada en la colección nacional de equinodermos Dra. Ma. E. Caso Muñoz, del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMYL-UNAM), y en la colección de equinodermos del Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsoniano, Washington, D.C., EUA.

| Especie | Hábitat (tipo de sustrato) y profundidad |
|---|---|
| *Ophiolepis variegata* | Sustratos arenosos, entre 13 y 106 m |
| *Ophiomusium variabile* | Entre 267 y 902 m |
| *Ophiocoma aethiops* | Sustratos rocosos, arenosos y sobre algas, entre 2 y 12 m |
| *Ophiocoma alexandri* | Mismos sustratos que *O. aethiops,* incluyendo los manchones de coral a profundidades de 1 a 33 m |
| *Ophiocomella ophiactoides* | Sustratos rocosos y coralinos a profundidades entre 0 y 2 m |
| *Ophiocomella schimitti* | Sustratos rocosos y coralinos a profundidades no mayores a 30 m |
| *Ophionereis annulata* | Entre rocas, arena y algas a una profundidad no mayor a 15 m |
| *Ophionereis dictyota* | Sobre arena, rocas, coral y esponjas a profundidades de 5 a 30 m |
| *Ophioderma panamense* | Entre rocas, arenas y coral a una profundidad de 2 a 25 m |
| *Ophioderma variegata* | Mismos sustratos que *O. panamense*, además de algas a una profundidad no mayor a 68 m |
| *Ophiuroconis bispinosa* | Solamente en rocas a una profundidad de 7 m |
| *Ophiacantha moniliformis* | Se encuentra entre los 519 y 1 244 m |
| *Ophiactis savingyi* | En arena, rocas, algas y corales a profundidades no mayores a los 30 m |
| *Ophiothrix spiculata* | En arena, rocas, algas y corales, a profundidades de 2 a 96 m |

someros y sustratos rocosos (33%), arena (29%), algas (19%), corales (16%) y esponjas (3%). El cuadro 1 y apéndice 1 muestra una breve descripción del hábitat de las especies de Colima.

## Importancia

A pesar de que los ofiúridos no presentan una importancia comercial directa, ya sea alimenticia, como los erizos y pepinos de mar, u ornamental (*souvenir*) como las estrellas de mar (pues pierden su coloración atractiva casi al momento de ser preparados y secados), son parte fundamental de la dieta de organismos que sí presentan una importancia comercial directa, como cangrejos, estrellas de mar y peces (Hendler *et al.* 1995). Los ofiúridos son muy importantes ecológicamente, ya que además de ser parte primordial en las redes alimenticias del mar, su presencia o ausencia en el ambiente marino da información sobre la calidad ecológica del mismo; es decir, son organismos indicadores del sistema (Laguarda-Figueras *et al.* 2009). En cuanto a su relevancia económica se sabe que son vendidos en acuarios como especies de ornato y su hueva puede ser consumida, como ocurría desde el siglo XVIII en Indonesia (Lunn *et al.* 2008).

## Amenazas y conservación

La principal amenaza para la conservación de los ofiuros es la contaminación y el crecimiento de la industria marítima en el Pacífico mexicano, ya que modifican las condiciones físicas y químicas del hábitat, en lapsos generalmente muy cortos. Actualmente no se conoce la situación real de las especies de ofiuroideos de Colima, por lo que ninguna especie se considera amenazada o en peligro de extinción; sin embargo, es importante recalcar que a medida que se protejan los ecosistemas marinos del estado se protegerá asimismo la fauna de invertebrados de la región. Para mantener a estos organismos es prioridad conservar su hábitat y mantener inalteradas, en la medida de lo posible, las condiciones físicas y químicas, en áreas con alta diversidad biológica, como los manglares, la plataforma continental y la zona marina profunda del estado. La coordinación entre el gobierno, académicos, sector privado y público en general hará posible el fortalecimiento de la investigación y conocimiento sobre esta fauna tan importante de invertebrados marinos.

## Conclusiones

La costa de Colima ha sufrido el impacto de las actividades humanas vinculadas con los núcleos de población y los centros de turismo, como desagües de zonas industriales, contaminación por hidrocarburos derivados del petróleo, hidrocarburos aromáticos y clorados, metales pesados, entre otros, que han afectado directamente su biodiversidad marina (Lau Cham 1985). Para enfrentar este tipo de problemas ecológicos es necesario conocer a detalle los listados faunísticos en áreas afectadas, a fin de comparar, a corto, mediano y largo plazo, el grado de deterioro de sus comunidades.

A pesar de que la diversidad de ofiuroideos en Colima es baja en comparación con los estados aledaños (Michoacán y Jalisco), es posible que estudios posteriores revelen especies endémicas, dada la peculiaridad de los hábitats marinos

(profundos y someros) y lagunares del estado. El poco interés en el estudio de estos organismos probablemente se debe a que no presentan una importancia comercial directa. La implementación de medidas para la conservación de hábitats únicos en el estado, requiere la unión de esfuerzos por parte del sector académico y gubernamental. Estas acciones son de gran importancia ya que no sólo beneficiarán al grupo zoológico aquí discutido, sino que indirectamente ayudarán al restablecimiento de los diversos ecosistemas marinos del estado.

## Referencias


Bejarano-Chavarro, S., S. Zea y J. M. Díaz. 2004. Esponjas y otros microhábitats de ofiuros (Ophiuroidea: Echinodermata) en ambientes arrecifales del archipiélago de San Bernardo (Caribe Colombiano). *Bol. Invest. Mar. Cost.* 33:29-47.

Hendler, G., J.E. Miller, D.L. Pawson y P.M. Kier. 1995. *Sea stars, sea urchins and Allies: Echinoderms of Florida & the Caribbean*. Smith. Inst. Press.

Honey-Escandón, M., F.A. Solís-Marín y A. Laguarda-Figueras. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico mexicano. *Revista Biología Tropical* 56 (Supl. 3):57-73.

Laguarda-Figueras, A., A. Hernández-Herrejón, F.A. Solís-Marín y A. Durán-González. 2009. Los ofiuroideos del Caribe mexicano y Golfo de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Lunn, K.E., M.J. Villanueva-Noriega y A.C.V. Vincent. 2008. Souvenirs from the sea. An investigation 1846 into the curi trade in echinoderms from México. *Traffic Bulletin* 22:19-32.

Lau Cham, S.A. 1985. *Assessment and monitoring of marine pollution in Manzanillo and Santiago bays, Colima, Mexico*. Tesis de maestría en ciencias. Marine Resource Management Program College of Oceanography, Universidad del Estado de Oregón. Estados Unidos de América.

Pawson, D.L. 2007. Phylum Echinodermata. *Zootaxa* 1668:749-764.

Solís-Marín, F.A., M.B.I. Honey-Escandón, Ma.D. Herrero-Pérezrul, *et al.* 2013. Echinoderms from Mexico: biodiversity, distribution and current state of knowledge. En: *Echinoderm research and diversity in Latin America*. J.J. Alvarado-Barrientos y F.A. Solís-Marín (eds.), pp. 11-65.

# Crustáceos marinos (Crustaceae)

Jesús Emilio Michel-Morfín
Víctor Landa-Jaime
Judith Arciniega-Flores

## Descripción

Los crustáceos son un grupo de organismos invertebrados, fundamentalmente acuáticos, que presentan una gran diversidad de especies, así como también una amplia variedad de formas y tamaños. Este grupo se caracteriza, entre otras cosas, por tener un esqueleto formado de quitina y un estado larvario con un ojo, llamado nauplio. Además, los crustáceos tienen dos pares de antenas, tres pares de maxilas y mudan periódicamente para crecer (CONABIO 2015) (figura 1). Existen desde cangrejos gigantes, como la Araña del Mar del Japón, que mide con sus patas extendidas más de tres metros, hasta organismos planctónicos, como los copépodos que apenas alcanzan unos cuantos milímetros.



**Figura 1.** Cangrejo portúnido de la especie *Euphylax dovii*. Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.

Michel-Morfín, J.E., V. Landa-Jaime y J. Arciniega-Flores. 2016. Crustáceos marinos (Crustaceae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 309-319.

La gran mayoría de los estudios ecológicos y listas faunísticas de crustáceos de México, se han enfocado en el golfo de California (Brusca 1980, Hendrickx 1985, 1992, Villalobos-Hiriart *et al.* 1989), siendo una de las zonas más estudiadas. En contraste, son pocos los ambientes que han sido estudiados de una manera integral al sur de la desembocadura del golfo de California y particularmente en la región de Jalisco, Colima y Michoacán (Hendrickx y Salgado-Barragán 1991, Illescas-Monterroso *et al.* 1991, Ríos-Jara *et al.* 2001b), al igual que en el golfo de Tehuantepec (Hendrickx *et al.* 1997, Hendrickx y Vázquez-Cureño 1998).

Para la costa de Colima se cuenta con algunos trabajos sobre especies de crustáceos bentónicos, entre los que destacan las listas taxonómicas (Hendrickx 1988, Landa-Jaime *et al.* 1997, CONANP 2004), registros sobre nuevas especies y ampliaciones de ámbito (García de Quevedo-Machaín *et al.* 1997, Hendrickx y Landa-Jaime 1997, Landa-Jaime y Arciniega-Flores 1997, Poupin y Bouchard 2006), así como trabajos sobre la ecología de comunidades y poblaciones (González-Sansón *et al.* 1997, Arciniega-Flores *et al.* 1998, Godínez-Domínguez y González-Sansón 1998, 1999, Godínez-Domínguez *et al.* 2009). También se tiene registro de algunos trabajos de sistemática y ecología sobre crustáceos en general (Álvarez del Castillo *et al.* 1992, Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán 1992, Holguín-Quiñones *et al.* 1992, Estrada-Valencia 1999, Arciniega-Flores y Landa-Jaime 2001, 2002, Landa-Jaime *et al.* 2001, Hernández-Aguilera 2002, Mille-Pagaza *et al.* 2003, Hendrickx *et al.* 2006, Michel-Morfín *et al.* 2006, Arciniega-Flores *et al.* 2008) o pesquerías (Ascencio *et al.* 1987, Andrade-Tinoco 1998, Salgado *et al.* 1990).

El presente trabajo es una contribución al conocimiento de los invertebrados marinos de la costa de Colima, región del Pacífico Este Tropical (PET) que algunos autores han considerado como poco estudiada (Hendrickx 1994) y representa un complemento y actualización a las listas de especies generadas previamente para la misma área de estudio.

## Diversidad y distribución

La investigación se realizó con base en una revisión extensiva de artículos, relacionados con crustáceos, publicados recientemente para la zona de estudio, entre los que destacan los de Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán (1992), Holguín-Quiñones *et al.* (1992), Llimas-Gutiérrez *et al.* (1993), Landa-Jaime *et al.* (1997), Hernández-Aguilera (2002), Mille-Pagaza *et al.* (2003) y CONANP (2004), tomando como punto de partida la integración realizada por Hendrickx (1993).

La metodología utilizada en cada uno de los trabajos citados es variable, incluyendo: colectas directas en ambientes accesibles en el litoral costero, uso de embarcaciones oceanográficas, técnicas de buceo autónomo y el uso de sofisticados instrumentos de colecta. A los datos compilados de dichos trabajos se le agregaron nuevos resultados encontrados en muestreos realizados durante 1997-1999, en las costa de Colima, por parte de la Universidad de Guadalajara. Estas colectas se realizaron mediante arrastres camaroneros entre 20 y 80 m de profundidad.

Como una primera estimación de la diversidad de las especies de crustáceos de Colima, el apéndice 1 presenta una actualización de las especies

para la región sureste del Pacífico tropical mexicano, que comprende las costas de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y el archipiélago Revillagigedo (región III, denominada así por Hendrickx 1993).

De un listado inicial de 457 especies de crustáceos citadas en 1993 para esta región, este apéndice muestra una actualización de 512, de las cuales 230 han sido recolectadas en el estado, incluyendo el archipiélago Revillagigedo, siendo consideradas 55 de éstas como nuevos registros para la región III (cuadro 1). La presencia del archipiélago Revillagigedo es importante para la biodiversidad de esta entidad, ya que de 143 especies registradas como insulares, existen cinco especies endémicas: *Tyche clarionensis, Mithrax clarionensis, Trapezia tigrina, Pachygrapsus minutus* y *Percnon abbreviatum*.

Se considera que al menos 45% de la carcinofauna marina registrada para la región sureste del Pacífico tropical mexicano ha sido recolectada en una o más ocasiones en el estado. Asimismo, se estima que existe una alta probabilidad de que cualquiera de las otras 284 especies, aún sin registrar para Colima, se presenten también en el estado, por lo que es necesario realizar inventarios más exhaustivos.

El grupo de los crustáceos ha desarrollado adaptaciones evolutivas para colonizar diferentes hábitats, por lo que se les puede encontrar en ambientes marinos, dulceacuícolas, salobres e incluso terrestres. Considerando lo anterior, la lista de especies que se registran en este estudio incluye especies presentes en diversos ambientes, desde el intermareal rocoso hasta plataforma y talud continentales, algunas asociadas a sustratos coralinos, además de lagunas costeras, zona insular y zonas de manglar, y contempla a su vez tanto especies de crustáceos bentónicos como pelágicos. Por considerar que excede a los alcances de este trabajo, no se consideraron a las especies planctónicas, terrestres o de aguas interiores.

Cabe aclarar que en el apéndice se hacen dos señalamientos: se resaltan con negritas todas

**Cuadro 1.** Número de especies de crustáceos reportadas. Fuente: elaboración propia.

| Núm. de especies | Comentario | Cita |
|---|---|---|
| 457 | Especies citadas para la región III del Pacífico este tropical (PET) | Hendrickx (1993) |
| 230 | Especies identificadas para Colima | Hendrickx (1993); Landa-Jaime *et al.* (1997) |
| 143 | Especies citadas para el archipiélago Revillagigedo | Hernández-Aguilera y Martínez-Guzmán (1992); Hernández-Aguilera (2002) |
| 55 | Especies adicionales a la lista de Hendrickx (1993) “Nuevos registros” | Hernández-Aguilera (2002); Mille-Pegaza *et al.* (2003); Poupin y Bouchard (2006) |
| 512 | Actualización del total de especies citadas para la región III | este trabajo |

aquellas especies cuya recolecta está confirmada en estudios recientes para el estado (1980-2009), tanto en su porción continental como insular y se indican con un asterisco las especies exclusivamente endémicas insulares. La lista se presenta siguiendo la secuencia taxonómica propuesta por Hendrickx (1993) e incluye, en la medida de lo posible, actualizaciones sistemáticas que se reflejan en los cambios de nombres científicos de algunas especies y de familias.



**Figura 2.** Esquila de la especie *Squilla mantoidea*. Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.

## Importancia

Los crustáceos representan un grupo importante de invertebrados debido a las diversas funciones que desempeñan en el ecosistema, a su abundancia y a su situación en las redes tróficas; son un elemento clave en la transferencia de energía hacia otros organismos (debido a sus niveles tróficos) (Pedersen y Riget 1993). Además de su función biológica, los crustáceos son importantes para el hombre ya que constituyen un recurso pesquero muy valioso desde el punto de vista económico, tanto a nivel artesanal como industrial, en virtud de que se aprovecha una gran variedad de especies (Escamilla-Montes 1998). Los crustáceos son organismos importantes para la alimentación humana al constituir una fuente importante de proteínas, por lo tanto en torno a su explotación conforman industrias altamente rentables en lo comercial, como son las pesquerías de camarón (figura 2), langosta y cangrejo rey.

La diversidad, distribución, abundancia y permanencia de los recursos pesqueros demersales (del fondo marino), es resultado tanto de las condiciones ambientales del ecosistema como de las interacciones con otras especies (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil 1988).

Para llevar a cabo un adecuado aprovechamiento y manejo sustentable de los crustáceos de Colima, es imprescindible conocer mejor la fauna con que cuenta esta entidad, así como sus formas de aprovechamiento y los niveles de utilización (tipos de pesca).

A continuación se describe el tipo de aprovechamiento de crustáceos del que se tiene conocimiento para Colima:

**Pesca de autoconsumo.** Es aquella en donde sólo intervienen personas aisladas, no organizadas en cooperativas; utilizan herramientas rudimentarias o recolecta directa y su actividad se considera de bajo impacto. Las especies extraídas son consumidas por las familias involucradas. Algunos crustáceos aprovechados de esta manera son: las jaibas *Euphylax robustus* y *Callinectes arcuatus;* las langostas, *Panulirus gracilis* y *P. inflatus* y el cangrejo topo, *Hippa marmorata* (tiquiliches o chocolopas).

**Pesca artesanal.** Se encuentra restringida a la zona litoral somera en donde las personas que

la realizan pueden estar organizadas en cooperativas pesqueras. Se pueden o no utilizar embarcaciones pequeñas y algunas artes de captura medianamente elaboradas. Algunos crustáceos aprovechados de esta manera son: las jaibas *Euphylax robustus, Arenaeus mexicanus* (figura 3), *Callinectes arcuatus* y *Portunus* spp.; las langostas, *Panulirus gracilis*, *P. inflatus* y *Evibacus princeps;* y los camarones, *Farfantepenaeus brevirostris, F. californiensis*, *Litopenaeus stylirostris* y *L. vannamei* (figura 4).

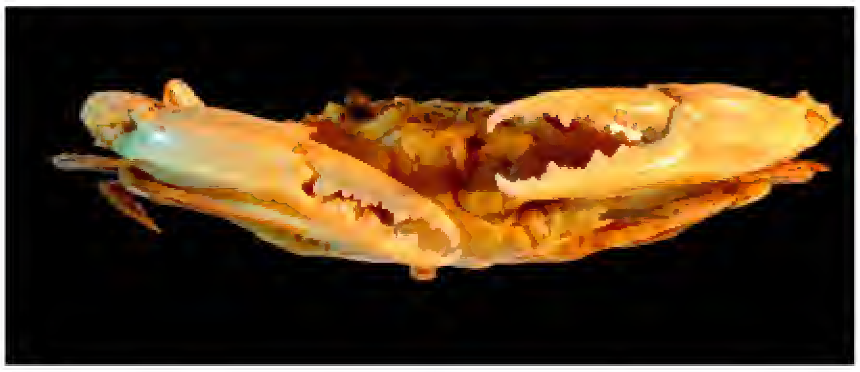


**Figura 3**. Jaiba aprovechada por la pesca artesanal, de la especie *Arenaeus mexicanus*. Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.



**Figura 4.** Camarón aprovechado por la pesca artesanal, de la especie *Litopenaeus vannamei*. Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.

**Pesca deportiva.** Es una actividad bien organizada que requiere el pago de una cuota económica para extraer especímenes. Aunque esta modalidad es poco común en la región, sin embargo es necesario implementar programas debidamente reglamentados y sancionados durante temporadas cortas. Algunos crustáceos aprovechados de esta manera son: las langostas, *Panulirus gracilis* y *P. inflatus*.

**Pesca recreativa**. Es una actividad que se realiza en los bancos naturales de crustáceos y representa baja presión. Las personas que la practican por lo general no están constituidas en organizaciones establecidas y extraen especímenes como entretenimiento; el cebo vivo o pesca auxiliar son limitados en cuanto a número, peso, vedas, etc. Se practica mediante atarrayas, trampas, líneas, etc., o se aprovecha de la pesca de arrastre camaronero, restringiéndose a sólo pocas especies. Algunos ejemplos incluyen a las jaibas, *Euphylax robustus, Arenaeus mexicanus, Callinectes arcuatus* (figura 5) y *Portunus* spp.; los camarones, *Sicyonia aliaffinis*, *S. disdorsalis* (figura 6), *S. disedwardsi*, *S. martini*, *S. mixta* (figura 7), *Solenocera florea* y *S. mutator.*



**Figura 5.** Jaiba aprovechada por la pesca recreativa, de la especie *Callinectes arcuatus*. Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.

**Pesca de ornato.** Esta actividad se desarrolla la mayoría de las veces de forma clandestina, pues sólo unas cuantas personas bien organizadas cuentan con las licencias necesarias para la extrac-

ción y el manejo de especies las cuales se utilizan para bioterios y acuarios, muy probablemente para satisfacer aficiones particulares, especialmente la acuariofilia. No se tiene registro exacto de las especies sujetas a esta explotación, sin embargo, aquellas con atractivo visual son naturalmente más susceptibles. Algunos ejemplos incluyen: las esquilas *Hemisquilla californiensis*; los camarones *Sicyonia aliaffinis*, *S. disdorsalis*, *S. disedwardsi* y *S. martini*; las langostas *Panulirus gracilis* y *P. inflatus*; *los* cangrejos ermitaños *Aniculus elegans*, *Trizopagurus magnificus* y *Coenobita compressus* y los cangrejos braquiuros *Calappa convexa* (figura 8) y *Stenorhynchius debilis*.



**Figura 6.** Camarón aprovechado por la pesca recreativa, de la especie *Sicyonia disdorsalis*. Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.



**Figura 7.** Camarón aprovechado por la pesca recreativa, de la especie *Sicyonia mixta*. Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.

**Pesca industrial.** En este tipo de aprovechamiento intervienen grandes flotas pesqueras compuestas por muchas embarcaciones y tecnología para la captura. Su impacto en el medio



**Figura 8**. Cangrejo aprovechado por la pesca de ornato, de la especie *Calappa convexa*. Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.

marino es muy evidente y a veces con consecuencias catastróficas en los fondos marinos, sin embargo, los intereses económicos son tan grandes que no es tarea fácil regularla o detenerla. Esta actividad es fomentada por el mercado internacional y aunque existen vedas, éstas no siempre son respetadas. Ejemplos incluyen a los camarones comerciales: *Farfantepenaeus brevirostris*, *F. californiensis*, *Litopenaeus vannamei*, *Trachysalambria brevisuturae* y *Rimapenaeus pacificus*.

**Pesca incidental.** En este tipo de pesca el objetivo económicamente atractivo es una especie en particular, pero para extraerla se hace uso de artes de pesca multiespecíficas. Nuevamente, el mejor ejemplo lo constituye la fauna de acompañamiento en la pesca del camarón, en especial en los casos en que se utilizan de arrastre en las regiones tropicales; ya que ocurre una elevada cantidad de capturas incidentales que pueden ser descartadas o conservadas en los barcos. Ésta puede constituir un problema grave debido al desperdicio de los recursos que representa, la amenaza para especies escasas o en peligro, así como el impacto sobre poblaciones de peces que ya están sometidas a una intensa explotación.

Estas capturas incidentales incluyen una gran cantidad de especies de crustáceos y otros invertebrados. Algunos ejemplos de crustáceos extraídos de esta manera incluyen: las esquilas *Eurysquilla veleronis, Squila hancocki, S. mantoidea, S. panamensis* y *S. parva*; los camarones no comerciales *Metapenaeopsis beebei, Trachysalambria brevisuturae, Rimapenaeus pacificus, Sicyonia aliaffinis, S. disdorsalis, S. disedwardsi, S. martini, S. mixta, Solenocera florea* y *S. mutator;* las langostas *Panulirus gracilis, P. inflatus* y *Evibacus princeps*; los cangrejos ermitaños *Dardanus sinistripes* y *Paguristes bakeri*; las langostillas *Munida refulgens* y *P. planipes*; los cangrejos porcelánidos *Porcellana cancrisocialis* y *P. hancocki* y los cangrejos braquiuros *Hypoconcha panamensis* (figura 9), *Calappa convexa, Cryptosoma bairdii* (figura 10), *Hepatus kossmanni, Platymera gaudichaudi, Osachila acuta, Arenaeus mexicanus, Callinectes arcuatus, Euphylax robustus, Portunus asper* y *P. xantusii affinis.*

Además de todas las especies antes mencionadas, de acuerdo con la literatura publicada por la FAO y algunos otros autores, existen especies que si bien aún no han sido aprovechadas, pudieran tener cierta potencialidad de explotación, ya sea como consumo directo o indirecto. Como ejemplos podemos referir a la fauna de acompañamiento del camarón como: *Calappa convexa, Calappula saussurei, Hepatus kossmani, Evibacus princeps, Panulirus gracilis, Euphylax robustus, Arenaues mexicanus, Portunus asper, P. xantussi* (figura 11 a y b), *Pleuroncodes planipes*, entre otras especies.



**Figura 9.** Cangrejo braquiuro aprovechado por la pesca incidental, de la especie *Hypoconcha panamensis.* Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.

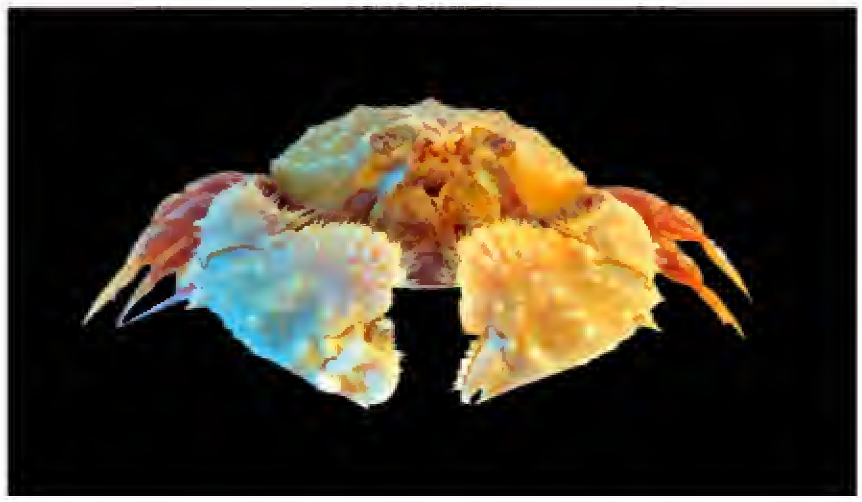


**Figura 10.** Cangrejo braquiuro aprovechado por la pesca incidental, de la especie *Cryptosoma bairdii.* Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.

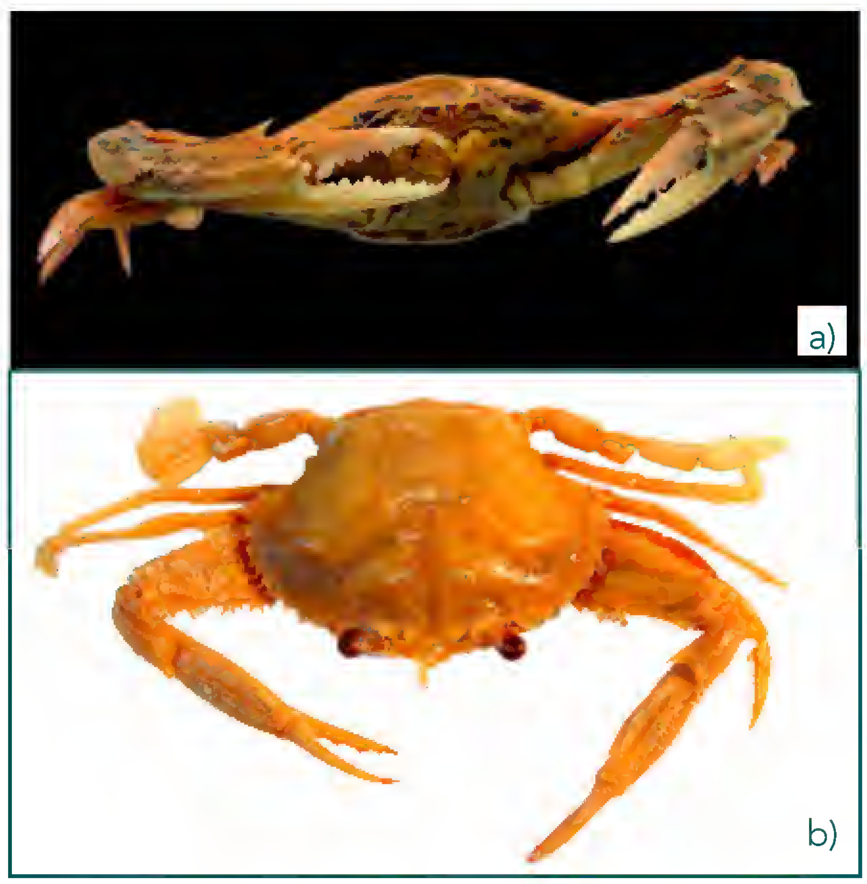



**Figura 11.** Jaibas con potencial de explotación: a) *Portunus asper* y b) *Portunus xantussi.* Foto: Jonathan Soto y Víctor Landa.

## Amenazas y conservación

Además de las consecuencias que puede tener el aprovechamiento de la pesquería de crustáceos en Colima, otra actividad que deja secuelas negativas sobre este grupo de organismos es el tráfico de especies. Uno de los elementos determinantes para facilitar el ingreso y establecimiento de especies invasoras es, sin lugar a dudas, el tráfico marítimo que actúa como un medio de transporte para especies provenientes de regiones distantes al venir incrustadas en los cascos de los barcos o bien en sus aguas de lastre. El arribo accidental de este tipo de especies trae como consecuencia el rompimiento del equilibrio ecológico al competir por espacio y alimento con especies locales. Aunque es difícil establecer sus lugares de origen o rutas de dispersión, se pueden mencionar como ejemplo especies de crustáceos decápodos que provienen del Indopacífico. Nueve de ellas, presentes en el área continental del Pacífico tropical son: *Panulirus penicillatus, Hippa marmorata, Platymera gaudichaudii, Domecia hispida, Liomera cinctimana, Trapezia bidentata, Planes major, Hapalocarcinus marsupiales,* mientras que el caso de *Trapezia tigrina* es particular, ya que solamente un ejemplar de esta especie exótica ha sido recolectado en la isla Socorro (Hernández-Aguilera 2002).

Se ha estudiado que el fenómeno de las especies invasoras o exóticas en Colima se presenta específicamente en el puerto de Manzanillo y las zonas aledañas, sin embargo, no existe un inventario completo de estas especies, ni tampoco se ha estimado el efecto que pudieran estar ocasionando a las poblaciones naturales de la región.

## Conclusiones

En años recientes se ha incrementado el conocimiento de la fauna marina presente en diversas regiones de las costas de México, particularmente los crustáceos. Sin embargo, el Pacífico este tropical ha sido comparativamente menos estudiado que regiones al norte de Cabo Corrientes, Jalisco (Hendrickx 1993).

Es importante reiterar la necesidad de contar con inventarios científicos confiables para la región y el estado, lo cual es un requisito fundamental y punto de partida para diseñar y llevar a cabo aprovechamientos sustentables de los recursos faunísticos marinos de Colima. Al mismo tiempo, y de manera obligada, es necesaria la realización de monitoreos continuos capaces de detectar cambios en las poblaciones de crustáceos, lo que permita proponer oportunamente medidas preventivas para su manejo sustentable y su conservación.

## Referencias


Álvarez del Castillo, M.B., M.E. Hendrickx y S. Rodríguez. 1992. Crustáceos decápodos de la laguna Barra de Navidad, Jalisco, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 27:1-9.

Andrade-Tinoco, E. 1998. *Análisis de la pesquería del camarón de la laguna de Cuyutlán, Colima, México*. Tesis de maestría en ciencia pecuarias. Universidad de Colima, (UCOL) Tecomán, Colima, México.

Arciniega-Flores, J. y V. Landa-Jaime. 2001. Estructura de tallas y proporción sexual de *S. hancocki* y *S. panamensis* en las costas de Jalisco y Colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 35:161-177.

——— . 2002. Distribution and abundance of Calappidae off Jalisco and Colima, México. En: *Modern approaches to the study of Crustacea*. E. Escobar y F. Álvarez (eds.). Kluwer Academic/Plenum Publisher, Nueva York, pp. 151-156.

Arciniega-Flores, J., J.E. Michel-Morfín y V. Landa-Jaime. 2008. Estructura poblacional de *Portunus xantusii affinis* (Brachyura: Portunidae) en fondos blandos de las costas de Jalisco y Colima, México. En: *Contribuciones al estudio de los crustáceos del Pacífico Este*. Vol. 5 (Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans 5). M.E. Hendrickx (ed.). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMYL)/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, pp. 1-16.

Arciniega-Flores, J., V. Landa-Jaime y G. González-Sansón. 1998. Distribución y abundancia de los crustáceos estomatópodos de fondos blandos en las costas de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 24:169-181.

Ascencio, F., C. Solís y L. Coba. 1987. Investigación biológico-pesquera del recurso camarón *Penaeus californiensis* (Holmes) en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. En: *Resúmenes. VII Congreso Nacional de Oceanografía*, pp. 289-300.

Brusca, R.C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. University of Arizona Press. Tucson. Arizona.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2015. *Naturalista*. En: <*http://naturalista.conabio.gob.mx/pages/acerca*>, última consulta: 11 de junio de 2015.

CONANP y SEMARNAT. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2004. Programa de Conservación y Manejo. Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo. México.

Escamilla-Montes, R. 1998. *Aspectos de la biología de las jaibas del género Callinectes en el estero El Conchalito, ensenada de La Paz, Baja California Sur*. Tesis de grado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), La Paz, Baja California Sur.

Estrada-Valencia, A. 1999. *Aspectos poblacionales de la jaiba* Callinectes arcuatus *Ordway 1863, en la laguna de Cuyutlán, Colima, México*. Tesis de maestría de ciencias pecuarias. Universidad de Colima (UCOL), Tecomán, Colima, México.

García de Quevedo-Machaín, R., E. Godínez-Domínguez y M. Saucedo-Lozano. 1997. Range extension and large size of *Sicyonia mixta* (Decapoda: Sicyoniidae) of Jalisco, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 45:1693-1694.

Godínez-Domínguez, E. y G. González-Sansón. 1998. Variación de los patrones de distribución batimétrica de la fauna macrobentónica en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 24:337-351.

——— . 1999. Diversidad de macroinvertebrados de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 25:609-627.

Godínez-Domínguez, E., J. Freire, C. Franco-Gordo, *et al.* 2009. Decomposing diversity patterns of soft-bottom macroinvertebrate community in the tropical eastern Pacific. *Journal of the Marine Biological. Association of the United Kingdom* 89:31-38.

González-Sansón, G., B. Aguilar-Palomino, J. Arciniega-Flores, *et al.* 1997. Variación espacial de la abundancia de la fauna de fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 23:93-110.

Hendrickx, M.E. 1985. Diversidad de los macroinvertebrados bentónicos acompañantes del camarón en el área del golfo de California y su importancia como recurso potencial. En: *Recursos pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón*. A. Yáñez-Arancibia (ed.). Programa

Universitario de Alimentos, ICMYL/UNAM/Instituto Nacional de Peca, México, pp. 91-148.

———. 1988. On a small collection of caridean shrimps (Crustacea, Decapoda) from the Barra de Navidad coastal lagoon, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM* 15:245-248.

———. 1992. Distribution and zoogeography of decapod crustaceans of the gulf of California, Mexico. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 20:1-12.

———. 1993. Crustáceos decápodos del Pacífico mexicano. En: *Biodiversidad marina y costera de México*. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). CONABIO/Centro de Investigaciones de Quintana Roo, pp. 271-318.

———. 1994. *Catálogo de crustáceos decápodos y estomatópodos*. Colección de referencia, estación Mazatlán. CONABIO/ICMYL/UNAM.

Hendrickx, M.E. y J. Salgado-Barragán. 1991. *Los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico mexicano*. Vol. 10. ICMYL/UNAM. México.

Hendrickx, M.E. y V. Landa-Jaime. 1997. A new species of Parthenope Weber (Crustacea: Brachyura: Parthenopidae) from de Pacific coast of Mexico. *Bulletin de L'institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique* 67:95-100.

Hendrickx, M.E., M. Demestre, A. Esparza-Haro, *et al.* 1997. Stomatopodo and decapod crustaceans collected during The Cemex P5 and Cemex P7 cruises to the gulf of Tehuantepec, México. *Oceanides* 11:1-28.

Hendrickx, M.E. y A. Vázquez-Cureño. 1998. Composition and zoogeographical affinities of the stomatopoda and decapod crustaceans fauna collected during The Cemex P4 cruise in the gulf of Tehuantepec, Mexico. *Bulletin de L'institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique* 68:135-144.

Hendrickx, M.E., V. Landa-Jaime y M. Ayón-Parente. 2006. Distribution and ecology of *Pagurus gladius* (Benedict, 1892), *P. smithi* (Benedict, 1892) and *Paguristes bakeri* (Holmes, 1900) (Anomura: Paguridae and Diogenidae) off the coast of western México. En: *Symposium Biology of Anomura II*. Proceedings Crustacean Research. Special number 6.

Hernández-Aguilera, J.L. 2002. Crustáceos del archipiélago de Revillagigedo (Stomatopoda y Decapoda de Thalassinidea a Brachyura) Pacífico tropical oriental. En: *Contribuciones al estudio de los crustáceos del Pacífico este (Contributions to the study of east pacific crustaceans)*. M.E. Hendrickx (ed.). ICMYL/UNAM, México, pp. 301-315.

Hernández-Aguilera, J.L. y L.A. Martínez-Guzmán. 1992. Notas acerca de la distribución de los estomatópodos y decápodos de aguas someras de isla Clarión, archipiélago Revillagigedo, Colima, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 19:1-6.

Holguín-Quiñones, O.E., S. Mille-Pegaza y A. Pérez-Chi. 1992. Resultado de las campañas de muestreo de 1991 para el estudio del bentos marino de isla Socorro, Revillagigedo, Colima, México. *Revista Zoología Informa* 24:1-20.

Illescas-Monterroso, C.M., J. Salgado-Barragán y J.L. Villalobos-Hiriart. 1991. Distribución geográfica, batimetría y aspectos ecológicos de los estomatópodos recolectados durante las campañas oceanográficas DAMA y ATLAS en la plataforma continental de Nayarit, Michoacán y Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología* 62:431-451.

Landa-Jaime, V. y J. Arciniega-Flores. 1997. Ampliación de ámbito de *Lysiosquilla panamica* (Stomatopoda: Lysiosquillidae) en el Pacífico tropical mexicano. *Revista de Biología Tropical* 45:1269-1270.

Landa-Jaime, V., J. Arciniega-Flores, R. García de Quevedo-Machaín, *et al.* 1997. Crustáceos decá-

podos y estomatópodos de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 23:403-417.

Landa-Jaime, V., J.E. Michel-Morfín y J. Arciniega-Flores. 2001. Variación estacional de los crustáceos de la familia Portunidae en la plataforma continental de Jalisco y Colima. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 35:178-197.

Llimas-Gutiérrez, J., D. Luch-Cota, A. Castellanos, *et al.* 1993. La isla Socorro, Revillagigedo. En: *Biodiversidad marina y costera de México.* S.I. Salazar V. y N.E. González (eds.). CONABIO/Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, pp. 520-534.

Markle, D.F., M.J. Daswell y R.G. Halliday 1988. Demersal fish and decapod crustacean fauna of the upper continental slope off Nova scotia from La Havre to St. Pierre Banks. *Canadian Journal of Zoology* 66:1952-1960.

Michel-Morfín, J.E., J. Arciniega-Flores, V. Landa-Jaime, *et al.* 2006. Crustáceos demersales de importancia pesquera en la plataforma continental de Jalisco y Colima. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán.* M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (eds.). Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Colima/Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México, pp. 135-148.

Mille-Pagaza, S., A. Pérez-Chi y M.E. Sánchez-Salazar. 2003. Littoral Decapods of Socorro Island, Revillagigedo Archipielago, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 51:175-182.

Pedersen, S.A y F. Riget. 1993. Feeding habits of redfish (*Sebastes* spp.) and greenland halibut (*Reindhartius hippoglossoides*) in west greenland waters. ICES *Journal of Marine Science* 50:445-459.

Poupin, J. y J.M. Bouchard. 2006. The eastern Pacific species of the genus *Calcinus* Dana, 1851, with description of a new species from Clipperton Island (Decapoda, Anomura, Diogenidae). *Zoosystema* 28:465-486.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. Beas-Luna, *et al.* 2001*a*. Gastropods and bivalves of commercial interest from the continental shelf of Jalisco and Colima, México. *Revista de Biología Tropical* 49:785-789.

Ríos-Jara, E., M. Pérez-Peña, E. Juárez-Carrillo, *et al.* 2001*b*. *Moluscos macrobénticos del intermareal y plataforma continental de Jalisco y Colima*. Informe técnico. CONABIO. México.

Salgado M., F. Ascencio y V. García. 1990. Algunos aspectos biológico-pesqueros de la jaiba *Callinectes arcuatus* en la laguna de Cuyutlán, Colima. En: *Resúmenes del* VIII *Congreso Nacional de Oceanografía*. México.

Villalobos-Hiriart, J.L., J.C. Nates-Rodríguez, A. Cantú-Díaz Barriga, *et al.* 1989. Crustáceos estomatópodos y decápodos intermareales de las islas del golfo de California, México. En: *Listados faunísticos de México Vol. I.* Instituto de Biología (IBUNAM)/UNAM. México.

Yañez-Arancibia, A. y P. Sánchez-Gil. 1988. *Ecología de los recursos demersales marinos, fundamentos en costas tropicales.* AGT Editor. México.

# Fauna cavernícola y edáfica (Acarida y Collembola)

José G. Palacios-Vargas
Leopoldo Q. Cutz-Pool
Ricardo Iglesias Mendoza

## Introducción

México es famoso en el mundo por poseer más de siete mil cuevas, grutas y cavernas. Algunas de las cuevas que existen en nuestro país son de una belleza extraordinaria, razón por la cual son visitadas frecuentemente por gran cantidad de turistas, tanto nacionales como extranjeros. Estos ambientes contienen gran diversidad de fauna que incluye desde animales invertebrados como protozoarios, nemátodos, anélidos, moluscos, artrópodos y vertebrados, hasta peces, salamandras y murciélagos. De los primeros se destacan, por su alta diversidad, el grupo de los artrópodos, el cual está representado por arácnidos, ácaros, crustáceos, milpiés, ciempiés e insectos.

## Diversidad y distribución

Los ácaros y colémbolos son representantes muy importantes de la fauna del suelo y la hojarasca que se encuentran en medios cavernícolas (Palacios-Vargas 1982) e incluyen algunas especies consideradas endémicas. De las poco más de 700 especies de colémbolos que se conocen en México (Castaño-Meneses 2005), alrededor de 125 han sido encontradas en cuevas, lo que representa 17%; sin embargo, muchas de ellas están más vinculadas al suelo y los detritos que ingresan al mismo (Palacios-Vargas 2000).

Palacios-Vargas, J.G., L.Q. Cutz-Pool y R. Iglesias Mendoza. 2016. Fauna cavernícola y edáfica (Acarida y Collembola). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 320-324.



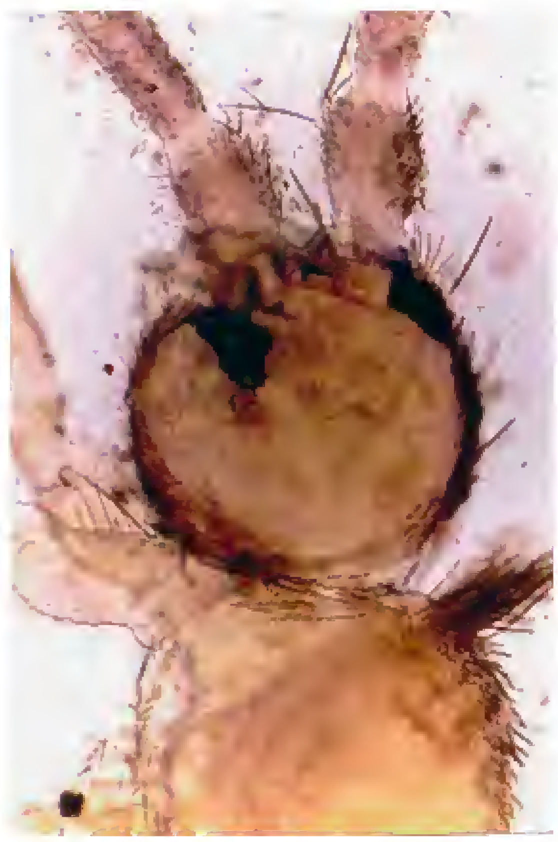
a)



b)



c)



d)

**Figura 1.** a) *Mesaphorura krausbaueri*, b) *Sphaeridia plumilis* (macho), c) *Sphaeridia* sp. (hembra), d) *Seira* sp. Fotos: José G. Palacios-Vargas, Leopoldo Q. Cutz-Pool y Ricardo Iglesias.

El estudio de ambientes cavernosos es de suma importancia desde el punto de vista evolutivo, ya que los organismos que los habitan han sufrido modificaciones y transformaciones estructurales y fisiológicas a través del tiempo, adaptándose a condiciones de aislamiento y oscuridad.

En la actualidad, a nivel nacional existen cantidades significativas de información, que la bioespeleología (estudio de la vida en las cuevas) ha generado principalmente en los últimos 45 años. En 1977 un grupo de investigadores de la Facultad de Ciencias de la UNAM encabezaron los

primeros estudios bioespeleológicos en México, logrando producir numerosos trabajos taxonómicos y un manual de bioespeleología (Hoffmann *et al.* 1986, Palacios-Vargas 1994a).

Actualmente, se ha estudiado la fauna que habita en casi 1 200 cuevas, pozos, cenotes, sótanos, minas y otros ambientes semejantes, encontrando más de 2 mil especies animales, además de unas pocas plantas. Algunas cuevas de México llegan a contener comunidades de más de 100 especies diferentes de artrópodos, con poblaciones restringidas en su distribución a ciertas regiones cársticas o sistemas de cuevas.

En Colima, como en casi todos los estados de la república mexicana, existen cuevas de diferente tamaño, origen y constitución, con comunidades animales resultado de su historia geológica. La región, que corresponde al borde costero del oeste de la Faja Volcánica Transmexicana, incluyendo parte de los estados de Nayarit, Jalisco, todo Colima y parte de Michoacán, al parecer ha funcionado como una gran barrera intracontinental de la placa posterior norteamericana, que data del periodo jurásico (Ross y Scotese 1988).

En el presente trabajo se reunió un listado de especies de ácaros y colémbolos que forman parte de la fauna edáfica y cavernícola que se conoce actualmente para Colima, y que incluye a las especies provenientes de la isla Socorro y del archipiélago Revillagigedo (Palacios-Vargas *et al.* 1982) (figura 1).

Para la elaboración de la lista que se presenta en el apéndice 1 se consultaron distintos trabajos que incluyen algunas tesis profesionales (Ojeda Carrasco 1983, Mejía Recamier 1986), trabajos de recopilación y catálogos (Palacios-Vargas 1994b, 1997, Hoffmann y López-Campos 2000), así como diversos artículos (Palacios-Vargas y Granados 1990, Palacios-Vargas e Iglesias 2004).

A la fecha se han citado 52 especies de ácaros de Colima, comprendidas en 28 familias y 42 géneros, de las cuales varias habitan en la isla Socorro y una en particular en grutas. Para los colémbolos sólo se conocen 11 familias en Colima, distribuidas en 21 géneros y 37 especies; entre las cuales ocho están citadas como asociadas a cuevas y consideradas troglófilas (que se introducen en ellas ocasionalmente); el resto se considera relacionado con el suelo y hojarasca (edáficas) (Palacios-Vargas 1997, Palacios-Vargas *et al.* 2000). De las 11 familias que se registran en este trabajo, Neanuridae es la que tiene mayor número de especies.

El total de colémbolos registrados en Colima (37), permite ubicar a este estado por encima de Durango y Nuevo León, donde se han registrado 26 y 22 especies, respectivamente (Cutz-Pool *et al.* 2007). Por otra parte, Colima queda por debajo de San Luis Potosí en el número de colémbolos registrados (48) (Cutz-Pool *et al.* 2007).

La distribución restringida de algunas especies cavernícolas de Colima, como *Proterorhagia oztotloica*, que sólo se ha registrado en una cueva (Lindquist y Palacios-Vargas 1991) y cuyo género y familia son endémicos, indica que pueden tratarse de especies relictuales, posiblemente confinadas a una región del estado. Ejemplo de ello es *P. oztotloica* especie que presenta numerosos troglomorfismos (alto grado de convergencia de caracteres anatómicos, fisiológicos y comporta-

mientos que muestra la fauna que se desarrolla en cuevas, o troglobia) que demuestran su endemismo y rareza.

## Conclusiones

Aún falta mucho por conocer de estos dos grupos de artrópodos. Los estados de Colima y Jalisco comparten la región conocida como Cerro Grande, que es la región oriental de la sierra de Manantlán, declarada Reserva Federal de la Biosfera en 1987. En esta región se conoce una zona de casi 40 km de largo que contiene: resumideros, grutas, simas, dolinas, lapiaces, torres kársticas y numerosas cuevas. De estas formaciones, Lazcano Sahagún (1988) cita 94 sitios; sin embargo, solamente logró inventariar y hacer levantamientos topográficos de 33. El estudio de la fauna de estas formaciones es realmente incipiente, y aunque se conocen pocas especies, éstas muestran formas realmente extraordinarias, relacionadas con su posición taxonómica y sus adaptaciones a la vida cavernícola.

La información relacionada con la colembofauna de Colima parece ser incipiente, ya que se conocen pocas especies. Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos en esta recopilación, el estado es idóneo para efectuar estudios futuros sobre la biología, taxonomía, ecología y biodiversidad de los colémbolos. Se espera que al estudiar las cuevas de estos sitios inexplorados aumente la biodiversidad de la fauna cavernícola conocida para el estado.

Por otra parte, es importante conservar los ambientes cavernícolas de Colima, ya que albergan fauna endémica muy importante para la ciencia. La contaminación y los cambios de uso del suelo son las amenazas más relevantes para las especies que viven en estas cuevas.

Con la finalidad de preservar este tipo de ambientes, y por ende la fauna que en ellos se encuentra, se propone la protección legal de las cuevas de la región, a través de la junta de ejidatarios y mediante la participación de las autoridades municipales o estatales (Palacios-Vargas, 1997). Asimismo, algunas de esas medidas que se han propuesto para conservar esas cuevas incluyen regular el acceso, como establecer un horario de entrada y salida, la colocación de un reglamento en la entrada y el enrejado de las cuevas.

## Referencias

Castaño-Meneses, G. 2005. Reseña: Catálogo de los colémbolos (Hexapoda: Collembola) de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76:107-108.

Cutz-Pool, L.Q., A. García-Gómez y J.G. Palacios-Vargas. 2007a. Colémbolos (Hexapoda: Collembola) asociados a nidos de *Neotoma palatina* (Rodentia: Muridae) en Zacatecas, México. *Brenesia* 67:83-86.

———. 2007b. Primer estudio de colémbolos (Hexapoda: Collembola) de la Hoya de las Guaguas, en el estado de San Luis Potosí, México. *Dugesiana* 14:47-51

Hoffmann, A. y M.G. López-Campos. 2000. *Biodiversidad de los ácaros en México*. CONABIO/UNAM. México.

Hoffmann, A., J.G. Palacios-Vargas y J.B. Morales Malacara. 1986. *Manual de bioespeleología. (Con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, México)*. Dirección General de Publicaciones de la UNAM. México.

Lazcano Sahagún, C. 1988. *Las cavernas de Cerro Grande: estados de Colima y Jalisco*. Universidad de Guadalajara (UDG). Guadalajara.

Lindquist, E. y J.G. Palacios-Vargas. 1991. Proterorhagiidae (Acari: Endeostigmata), a new family of rhagidiid-like mites from México. *Acarología* 32:341-363.

Mejía Recamier, B.E. 1986. *Sistemática, distribución geográfica y aspectos ecológicos de los Bdellidae (Acarida: Prostigmata) mexicanos*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

Ojeda Carrasco, M. 1983. *Contribución al conocimiento de los Ptyctimina (Acarida: Oribatei) Neotropicales.* Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

Palacios-Vargas, J.G. 1982. New records of cave Collembola of México. *Entomological News* 93:109-113.

——— . 1994*a*. Historique de la bioespeologie. 1.3. Mexique. En: *Encyclopedie bioespeologique*. Vol. I. C. Juberthie y V. Decu (eds.). Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS-Fabbro), Saint-Girons, Francia, pp. 391-401.

———. 1994*b*. Los ácaros oribátidos de México. *Anales del Instituto de Biología* UNAM*, Serie Zoología* 65:19-32.

——— . 1997. *Catálogo de los Collembola de México*. Las prensas de ciencias. México.

——— . 2000. Los colémbolos de los ecosistemas mexicanos. *Biodiversitas* 5:12-15.

Palacios-Vargas, J.G., J. Llampallas y C.L. Hogue. 1982. Preliminary list of the insects and terrestrial Arthropoda of Socorro Island, Islas Revillagigedo, México. *Bull. Southern Calif. Acad. Sci.* 81(3): 138-147.

Palacios-Vargas, J.G., G. Castaño-Meneses y B.E. Mejía-Recamier. 2000. Collembola. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. II. J. Llorente-Bousquets, E. González-Soriano y N. Papavacio (eds.). CONABIO/UNAM, México, pp. 249-273.

Ross, M.I. y C.R. Scotese. 1988. A hierarchical tectonic model of the gulf of México and caribbean region. *Tectonophysics* 155, pp. 139-168.

# Libélulas y caballitos del diablo (Odonata)

Enrique González-Soriano
Felipe A. Noguera-Martínez
Helga C.P. Barba-Medina
Santiago Zaragoza
Enrique Ramírez

## Descripción

Los Odonata (del griego *odontos* = diente y *gnathos* = mandíbula) conforman un primitivo orden de insectos acuáticos de taxonomía bien conocida y de distribución mundial amplia. Estos insectos son paleópteros (que no pueden plegar sus alas sobre su abdomen) y hemimetábolos (que presentan una metamorfosis incompleta con la falta de pupa). Las larvas son acuáticas y, al igual que los adultos, son de hábitos depredadores. Los adultos son fácilmente reconocibles por tener un cuerpo estilizado, dividido en: cabeza, tórax y abdomen. Los ojos compuestos son grandes, multifacetados (con muchas caras) y a menudo ocupan la mayor parte de la cabeza. El tórax consiste de un protórax pequeño y móvil, y un pterotórax de mayor tamaño en donde se encuentran insertas las alas. Las cuatro alas son alargadas, membranosas y cubiertas por múltiples venas. Las patas son relativamente largas y están adaptadas para posarse y capturar a sus presas. El abdomen es largo y delgado y posee 10 segmentos visibles (conabio 2015).

## Diversidad

México es un país megadiverso (Ramamoorthy *et al.* 1993) y alberga varios grupos de artrópodos relativamente bien conocidos: entre 3% (Trichoptera) y 14% (Decapoda) de la diversidad en el mundo (Llorente-Bousquets *et al.* 1996).

González-Soriano, E., F.A. Noguera-Martínez, H.C.P. Barba-Medina, S. Zaragoza y E. Ramírez. 2016. Libélulas y caballitos del diablo (Odonata). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 325-330.

Colima, desde hace casi dos décadas, había sido señalado como poco conocido desde el punto de vista de su odonatofauna (fauna de libélulas) (González Soriano y Novelo-Gutiérrez 1996). El primer registro histórico para alguna libélula en la entidad corresponde a la especie *Erythrodiplax funerea*, citada por el entomólogo norteamericano Philip Powell Calvert para la ciudad de Colima, en su capítulo Odonata, de la *Biología Centrali americana* (Calvert 1901). Otros registros posteriores para el estado corresponden a las especies *Aphylla protracta* (Garrison 1986), *Phyllogomphoides pacificus* (Cook y González Soriano 1990), *Hetaerina titia* (Garrison 1990) y *Coryphaeschna diapyra* (Paulson 1994). En un estudio más reciente, Barba-Medina (2009) registró un total de 68 especies para el municipio de Ixtlahuacán, en el cual se incluyen 28 nuevos registros para el estado.

El presente trabajo tiene como objetivo actualizar el conocimiento de la fauna de Odonata de Colima, con base en colectas intensivas llevadas a cabo en la región de Ixtlahuacán durante 2006 y colectas esporádicas llevadas a cabo en diferentes localidades del estado, en diferentes años. Asimismo, el doctor Dennis R. Paulson (University of Puget Sound, Tacoma, WA) facilitó amablemente los resultados de sus recolectas llevadas a cabo en diferentes localidades (apéndice 1). Los resultados del presente estudio muestran un incremento de 41% en el número de especies reconocido para Colima, es decir, ahora se documenta la existencia de 91 especies en lugar de 53.

En el mundo se han registrado alrededor de 5 767 especies (Schorr *et al.* 2007), de las cuales 349 (6.05% del total mundial) se presentan en México (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez 2007). La diversidad de odonatos se incrementa conforme disminuye la latitud, cerca de los trópicos (Kalkman *et al.* 2008). Específicamente, la diversidad de odonatos es mayor en bosques tropicales lluviosos que en bosques tropicales secos.

**Cuadro 1.** Odonata: familias, número de especies por familia y porcentaje del total de especies del estado. Fuente: elaboración propia.

| Familias | Núm. de especies | % del total |
|---|---|---|
| Libellulidae | 43 | 47.8 |
| Coenagrionidae | 23 | 22.2 |
| Gomphidae | 9 | 10 |
| Aeshnidae | 10 | 10 |
| Calopterygidae | 3 | 3.3 |
| Lestidae | 2 | 2.2 |
| Platystictidae | 1 | 1.1 |
| Total | 91 | 100.0 |

La lista que aquí se presenta está basada en la revisión de 1 008 individuos pertenecientes a 91 especies, 40 géneros y siete familias. La familia con mayor número de especies fue Libellulidae con 43, seguida de Coenagrionidae con 20, Aeshnidae con 10, Gomphidae con nueve, Calopterygidae con tres, Lestidae con dos y, finalmente, Platystictidae con sólo una especie (cuadro 1). El género más diverso fue *Argia* con nueve especies (figuras 1 y 4), seguido de *Micrathyria* con siete especies (figura 2) y *Erythemis* con cinco especies (figura 3); *Coryphaeschna*, *Erythrodiplax* y *Macrothemis* con cuatro especies cada uno; *Hetaerina*

(figura 4), *Telebasis*, *Phyllogomphoides*, *Orthemis* (figura 5) *Ischnura* y *Tauriphila*, con tres especies cada uno; *Protoneura*, *Enallagma*, *Neoerythromma*, *Gynacantha*, *Remartinia*, *Erpetogomphus*, *Progomphus*, *Dythemis*, *Miathyria*, *Pantala*, *Perithemis* y *Tramea* con dos especies cada uno, y los géneros *Archilestes*, *Lestes*, *Palaemnema*, *Neoneura*, *Leptobasis*, *Anax*, *Rhionaeschna*, *Aphylla*, *Phyllocycla*, *Brachymesia*, *Brechmorhoga*, *Cannaphila*, *Libellula*, *Planiplax*, *Pseudoleon* y *Tholymis* con una especie (apéndice 1).

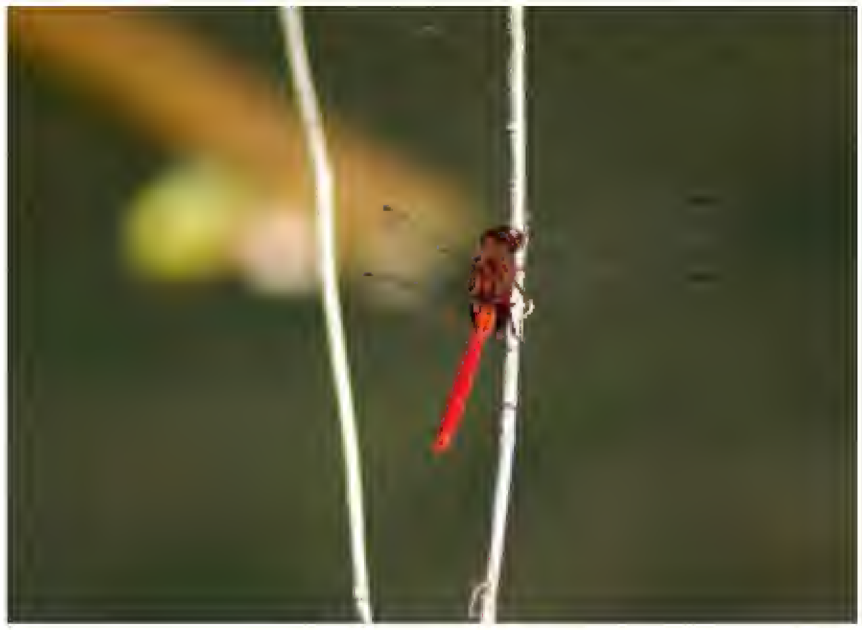


**Figura 3.** Libélula de la especie *Erythemis haematogastra.* Foto: Enrique González-Soriano.



**Figura 1.** Libélula de la especie *Argia oculata.* Foto: Enrique González-Soriano.



**Figura 4**. Libélula de la especie *Hataerina americana* y *Argia tezpi*. Foto: Enrique González-Soriano.

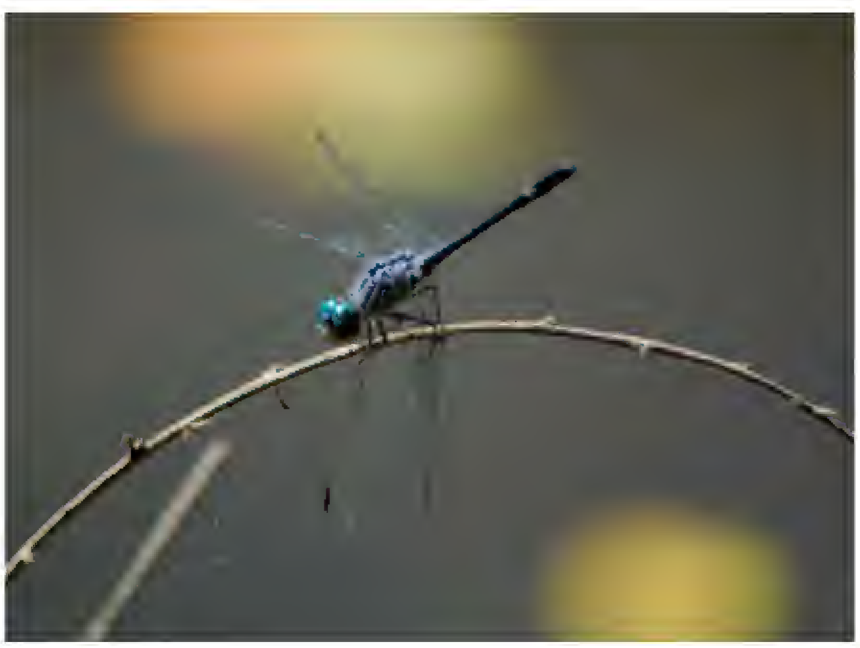


**Figura 2**. Libélula de la especie *Micrathyria aequalis.* Foto: Enrique González-Soriano.



**Figura 5.** Libélula de la especie *Orthemis discolor.* Foto: Enrique González-Soriano.

Las 91 especies reportadas para Colima hacen que esta entidad federativa tenga uno de los índices más elevados en el número de especies de Odonata por $km^2$, con un total de 1.65 especies/$km^2$. De acuerdo con esta información, Colima se colocaría por el momento en el primer lugar de los seis estados más diversos de México (Paulson 2002; cuadro 2). Sin embargo, cabe resaltar que con recolectas más intensivas y de más largo plazo esta tendencia podría cambiar en el futuro, ya que estados típicamente muy diversos como Oaxaca, San Luis Potosí y Chiapas, entre otros, aún no han sido apropiadamente estudiados.

Cuarenta especies son citadas por vez primera para el estado (apéndice 1), incluyendo una especie aparentemente no descrita, *Micrathyria* sp. Se incluye asimismo un registro visual de *Gynacantha helenga* para la localidad de Nogueras que representa una nueva adición para el estado. Finalmente, cabe anotar que no existen especies endémicas para Colima, sin embargo, *Remartinia secreta* y *Coryphaeschna apeora* (Aeshnidae) y *Planiplax sanguiniventris* y *Tauriphila argo* (Libellulidae), se registran por primera vez para la vertiente del Pacífico mexicano (González-Soriano y Novelo-Gutiérrez 2007). Otros registros interesantes son: *Protoneura rojiza*, una especie que hasta hoy sólo se había registrado en los estados de Guerrero y Oaxaca, y *Phyllogomphoides luisi*, cuya descripción original se hizo con material del estado de Morelos y por lo tanto es su segundo registro estatal.

Las siguientes especies han sido previamente registradas para Colima por trabajos anteriores (González Soriano y Novelo-Gutiérrez 1996), pero no fueron confirmadas durante este estudio: *Telebasis digiticollis*, *Paltothemis lineatipes* y *Sympetrum illotum*.

## Distribución

Las libélulas tienen una distribución cosmopolita, aunque están ausentes en las regiones polares. Generalmente se les encuentra desde el nivel del mar hasta altitudes de alrededor de 3 500 m. Habitan en prácticamente cualquier cuerpo de agua dulce del mundo y algunas incluso se reproducen en aguas sulfurosas o salobres. Hay especies que viven exclusivamente en el agua que se acumula en ciertas clases de plantas, como bromelias, bambúes o huecos que se forman en contrafuertes de árboles tropicales.

**Cuadro 2.** Número de especies de Odonata en seis estados de México. Fuente: modificado de Paulson (2002) de acuerdo con la información de este trabajo y de González y Novelo (2007).

| Estado | Área ($km^2$) | Núm. de especies | Esp./Área x 100 |
|---|---|---|---|
| Colima | 5 455 | 91 | 1.65 |
| Nayarit | 27 620 | 120 | 0.43 |
| Veracruz | 72 815 | 220 | 0.30 |
| Chiapas | 73 888 | 170 | 0.23 |
| San Luis Potosí | 62 849 | 131 | 0.21 |
| Oaxaca | 95 364 | 142 | 0.14 |

## Importancia

Las libélulas interactúan con los seres humanos desde varios puntos de vista: desde el ecológico tienen impacto porque consumen algunos organismos que los humanos cultivan, tales como abejas y larvas de peces o, por el contrario, que transmiten enfermedades riesgosas, que actúan como mosquitos transmisores; desde el punto de vista cultural, debido a su atractivo visual y estético han servido como modelos en la elaboración de piezas de arte y poemas, en algunos países de Asia, Europa, así como en Estados Unidos.

Por su tamaño y su gran actividad diurna los odonatos son un grupo de insectos de estudio relativamente fácil. Por lo anterior son útiles para el monitoreo de la biodiversidad total de hábitats acuáticos y han sido reconocidos como buenos indicadores de la salud de los ambientes de agua dulce (Corbet 2004, Clausnitzer *et al.* 2009).

## Amenazas para su conservación

Algunas predicciones señalan que en las siguientes décadas casi una cuarta parte de las especies de insectos del mundo estarán extintas (Samways 2007). No es de sorprender que al ser insectos acuáticos, las libélulas se vean afectadas por cambios drásticos en sus ambientes naturales, en especial aquellas especies de distribución restringida. Por el contrario, otras especies, particularmente de distribución más amplia, son marcadamente tolerantes a estos cambios e incluso varias de ellas se pueden ver beneficiadas. Existen ejemplos de especies que se han visto favorecidas por fenómenos asociados a incrementos en la temperatura (calentamiento global) al expandir sus rangos de distribución, sin embargo, otro grupo de especies, en especial aquellas que viven adaptadas a las condiciones forestales o habitan cuerpos de agua muy particulares, como los fitotelmata, se encuentran en evidente peligro de desaparición a causa de la pérdida de sus hábitats originales.

A diferencia de otros invertebrados acuáticos, las libélulas parecen reaccionar positivamente a procesos de restauración ecológica de sus hábitats naturales. En Sudáfrica, por ejemplo, algunas especies endémicas de odonatos que estaban en riesgo de extinción pudieron recuperarse, hasta cierto punto, una vez que se eliminaron los árboles invasivos no nativos que sombreaban con sus copas las orillas de pequeños ríos en donde se encontraban y la iluminación original fue restablecida (Samways *et al.* 2005). Debido a lo anterior es importante continuar realizando estudios de los odonatos en Colima para conocer y conservar la diversidad de este grupo en la entidad.

## Referencias


Barba-Medina, H.C.P. 2009. *Diversidad de Odonata en la región de Ixtlahuacán, Colima*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

Calvert, P.P. 1901. Neuroptera: Odonata. En: *Biologia Centrali Americana*. Vol. 50. F.D. Godman y O. Salvin (eds.). Porter & Dulau, Londres, pp. 17-420.

Clausnitzer, V., V.J. Kalkman, M. Ram, *et al.* 2009. Odonata enter the biodiversity crisis debate: the first global assessment of an insect group. *Biological Conservation* 142:1864-1869.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2015. Naturalista.

Cook, C. y E. González-Soriano. 1990. *Phyllogomphoides apiculatus* spec. nov., a new Mexican dragonfly, and a description of the female of *P. pacificus* (Selys 1873) (Anisoptera:Gomphidae). *Odonatologica* 19:263-273.

Corbet, P.S. 2004. *Dragonflies: ecology and behaviour of Odonata*. Harley Books. Colchester, Reino Unido.

Garrison, R.W. 1986. The genus *Aphylla* in México and Central America, with a description of a new species, *Aphylla angustifolia* (Odonata: Gomphidae). *Annals of the Entomological Society of America* 79:938-944.

———. 1990. A synopsis of the genus *Hetaerina* with descriptions of four new species (Odonata: Calopterygidae). *Transactions of the American Entomological Society* 116:175-259.

González-Soriano, E. y R. Novelo-Gutiérrez. 1996. Odonata. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). Instituto de Biología (IBUNAM)/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp. 147-167.

———. 2007. Odonata of Mexico revisited. En: *Odonata: biology of dragonflies*. B.K. Tyagi (ed.). Scientific Publishers, India, pp. 105-136.

Kalkman, V.J., V. Clausnitzer, K.D.B. Dijkstra, *et al.* 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:351-363.

Llorente-Bousquets, J., E. González-Soriano, A.N. García-Aldrete, *et al.* 1996. Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). IBUNAM/CONABIO/Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp. 3-14.

Paulson, D.R. 1994. Two new species of *Coryphaeschna* from middle America, and a discussion of the red species of the genus (Anisoptera: Aeshnidae). *Odonatologica* 23:379-398.

———. 2002. Odonata records from Nayarit and Sinaloa, México, with comments on natural history and biogeography. *Odonatologica* 31:359-370.

Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot, *et al.* 1993. *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press. Nueva York.

Samway, M.J. y A.N. Niba. 2007. Wide elevational tolerance and ready colonization may be a buffer against climate change in a South African dragonfly assemblage. En: *Monitoring climate change with dragonflies*. J. Ott (ed.). Pensoft, Sofia, Bulgaria.

Samways, M.J., S. Taylor y W. Tarboton. 2005. Extinction reprieve following alien removal. *Conservation Biol*ogy 4:1329-1330.

Schorr, M., M. Lindeboom y D. Paulson. 2007. World Odonata List. Slater Museum of Natural History. Tacoma. En: <*http://www.pugetsound.edu/academics/academic-resources/slater-museum/biodiversity-resources/dragonflies/the-families-and-genera-of-odo/*>, última consulta: 8 de julio de 2015.

# Abejas
## (Apoidea)

Ricardo Ayala

## Descripción

Las abejas son insectos que pertenecen a los superfamilia Apoidea (Anthophila) en el orden Hymenoptera. Este grupo de organismos se pueden reconocer por su cuerpo que es en general robusto, con pelos plumosos o ramificados. Su boca tiene estructuras especializadas para colectar néctar y para el acarreo de polen en las patas posteriores o el abdomen de las hembras. La gran mayoría de las abejas, incluyendo las presentes en Colima, son de vida solitarias o cleptoparásitas. Solo una pequeña parte de las especies conocidas son sociales o altamente sociales (eusociales), como la abeja melífera (*Apis mellifera*) o las abejas sin aguijón (Meliponini). Dentro de las pequeñas abejas de la familia Halictidae se pueden encontrar desde especies sociales primitivas hasta altamente sociales, pero éstas han sido poco estudiadas en México (Michener 1974, Ayala *et al*. 1993, 1996).

Entre las abejas importantes, ya sea por sus características biológicas o como grupos funcionales, encontramos a las siguientes:

Género *Bombus*. También llamados abejorros (tribu Bombini). Tienen una especie en Colima que ocurre en las tierras bajas y dos para las zonas elevadas, asociadas a los bosques de pinos o encinos.

Géneros *Centris, Epicharis, Monoeca, Tetrapedia* y *Paratetrapedia*. Incluyen especies que colectan aceites y resinas y, por lo tanto, visitan muchas

Ayala, R. 2016. Abejas (Apoidea). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 331-345.

plantas que producen estas sustancias en lugar de néctar, como ocurre con *Byrsonima* (el nance o nanche).

Abejas carpinteras (tribu Xylocopini). Este grupo tiene dos géneros, el primero *Xylocopa*, que tiene especies muy conspicuas por su gran tamaño, con hembras negras y machos pardos (llamadas comúnmente xicotes, nombre usado también para los abejorros); así como *Ceratina*, género que incluye a las abejas carpinteras pequeñas.

Meliponinos (tribu Meliponini). A este grupo pertenecen las abejas sin aguijón, en éstas los géneros más comunes en Colima son: *Frieseomelitta*, *Partamona* y *Trigona* (cuadro 1).

Euglosinos (tribu Euglossini). Incluye a las abejas de los géneros *Euglossa*, *Eulaema*, *Eufriesea* y *Exaerete*, éstas son importantes polinizadoras de un gran número de plantas, pero como característica principal los machos son polinizadores especialistas de muchas orquídeas. Como rasgo biológico éstas son abejas de colores vivos o metálicos con especies verdes o azules y con patrones de negro y anaranjado, que usualmente presentan partes bucales muy largas y los machos recolectan aceites esenciales que acarrean en las patas posteriores.

El objetivo de este trabajo es reunir información sobre la biodiversidad para el estado, con lo cual se espera difundir su conocimiento y sentar las

**Cuadro 1.** Especies de abejas sin aguijón presentes en el estado. Fuente: elaboración propia.

| Especie | Vegetación | Nidos | Importancia |
|---|---|---|---|
| *Cephalotrigona eburneiventer* | BSC | S | MC., C, MEL |
| *Friesiomelitta nigra* | BTC, BSC | A | MNC, C |
| *Lestrimelitta chamelensis* | BTC | A, U | MNC |
| *Melipona beecheii* | BTC y BSC | A | MC, C, MEL; P |
| *Melipona colimana* | BP y PE | A | MC, C, MEL, P |
| *Nannotrigona perilampoides* | BP y PE | A, | MC, MEL, P, |
| *Partamona bilineata* | BTC y BSC | A, U | MNC |
| *Plebeia frontalis* | PTC | S, U | MNU |
| *Plebeia manantlensis* | BP, PE y BM | A | MNU |
| *Plabeia moureana* | BTS | A, U | MNU |
| *Scaptotrigona hellwegeri* | BTC | A, U | MC, C, MEL, P |
| *Trigona fulviventris* | BTC, BSC | S | MNC |
| *Trigonisca pipioli* | BTC, BSC | R, U | MNU |

Vegetación: BTC: bosque tropical caducifolio, BSC: bosque tropical subcaducifolio, BP: bosque de pinos, PE: bosque de pino-encino, BM: bosque mesófilo. Nidos: A: árboles huecos, S: el suelo, U: común en zonas urbanas en todo tipo de oquedades de casa y edificios públicos. Importancia: MC: miel comestible, MNC: miel no comestible, puede ser tóxica (*Lestrimelitta*), MNU: miel no utilizada, C: cerumen utilizable (cera de Campeche), MEL: potencial para uso en meliponicultura, P: potencial como polinizador.

bases para la realización de investigaciones, tanto enfocadas a conocer mejor su diversidad y su conservación, como su uso aplicado en la polinización agrícola.

La información que aquí se presenta procede de la literatura taxonómica y faunística, con reportes de especies de abejas registradas para Colima. De forma adicional se incluyen registros de ejemplares de abejas capturadas en distintas localidades dentro del estado, en los años 2007 y 2009, y que se encuentran depositadas en la colección de abejas del IBUNAM. La determinación de algunas especies de abejas fue realizada por los doctores Terry Griswold y Laurence Packer.

## Diversidad y distribución

Las abejas han sido clasificadas en siete familias (Michener 2007), de las cuales Andrenidae, Apidae (figura 1), Colletidae, Halictidae, Megachilidae y Melittidae, están presentes en México (Ayala *et al.* 1996). Se conocen para todo el mundo alrededor de 425 géneros y un poco más de 19 mil especies (Michener 2007, Ascher *et al.* 2008, Ascher 2009); se cree que este número podría superar las 25 mil especies, conforme se utilicen nuevas técnicas moleculares para reconocer especies y se realicen nuevas revisiones taxonómicas con base en la morfología.

Para México se conocen 1 840 especies y 144 géneros de abejas nativas, de acuerdo con la actualización de lo presentado por Ayala *et al.* (1996). El estudio fue resultado de revisiones taxonómicas a cerca de 60% de los géneros presentes en nuestro territorio (Ayala *et al.* 1993, 1996); sin embargo, algunos de los géneros más diversos no han sido estudiados. La información general sobre la sistemática y biogeografía del grupo ha sido tratada por Michener (1979, 2007) y Michener *et al.* (1994). En esas dos últimas publicaciones incluyen claves taxonómicas que permiten reconocer, a nivel de género, a las abejas presentes en Colima, asimismo ofrecen información general sobre su diversidad y biología. Recientemente, Moure *et al.* (2007) publicaron un importante estudio que incluye las especies de abejas conocidas para la región Neotropical, en él hay registros de especies presentes en esta parte del continente, lo que permite actualizar la situación taxonómica de especies citadas por otros autores para Colima.

La mayor riqueza de especies de abejas en América ocurre en áreas xéricas y subtropicales, siendo los desiertos al norte de México y al sur de los Estados Unidos, las áreas más ricas en especies (Michener 1979, Ayala *et al.* 1993, 1996). De acuerdo con Michener (1979), lo anterior es



**Figura 1.** *Melipona colimana*, especie endémica del volcán de Colima, sierra de Manantlán y del Tigre, en los estados de Colima y Jalisco. Foto: Ricardo Ayala.

resultado de la biogeografía histórica, en combinación con los hábitos de anidación de las abejas y la cantidad de plantas que tienen a éstas como sus polinizadores especialistas. Los sitios con vegetación templada son los pinares, encinares y los bosques mesófilos, que presentan una fauna de abejas menos diversa pero con mayor número de especies endémicas; esta fauna está relacionada con la biota de origen neártica.

Por otro lado, las regiones con clima y vegetación tropical, como ocurre en las tierras bajas de Colima, se caracterizan por la presencia de mayor diversidad de abejas corbiculadas (con estructuras para acarreo de polen), sociales y grupos de abejas pequeñas como los halíctidos (Ayala *et al.* 1993, 1998; Michener 2007). La presencia de una diversa fauna de abejas que contiene además elementos endémicos, tanto de las montañas como de las tierras bajas, restringidos a la región y compartidos con los estados vecinos, es consecuencia de la característica geográfica de la zona de transición de las biotas neártica y neotropical, al presentar gran diversidad de comunidades vegetales, así como una compleja topografía.

Sabemos que las abejas tienen un papel preponderante por los servicios ecosistémicos que prestan como polinizadores y a pesar de esto en el estado han sido poco estudiadas. La fauna de abejas nativas de Colima no ha sido estudiada de forma sistemática, así que se conocen hasta el momento sólo son cinco familias, con 62 géneros y un total de 101 especies (apéndices 1 y 2). Número que es incipiente en un estado que tiene áreas tanto con vegetación tropical como de montaña, las cuales tienen faunas con diferentes composiciones, así como especies propias de las transiciones entre los tipos de vegetación (ecotonos), además de las adaptadas a las áreas perturbadas.

Entre las familias registradas en Colima la más diversa es Apidae, con 30 géneros y 54 especies, seguida de Halictidae, con 12 géneros y 20 especies, y Megachilidae, con 10 géneros y 13 especies. Las familias menos diversas son Andrenidae y Collectidae, las dos con cinco géneros y nueve y cinco especies, respectivamente. La familia Apidae reúne un poco más de 50% de la fauna de abejas en el estado (apéndices 1 y 2).

De la fauna conocida el género más diverso es *Xylocopa,* con 11 especies, el cual incluye a toda la riqueza presente en el estado. Le siguen tres géneros más, cada uno con cuatro especies: *Augochlora*, *Centris* y *Peponapis*, el primero de la familia Halictidae y los dos siguientes de Apidae. Considerando que los datos son preliminares, es de resaltar que hay otros grupos de abejas que son bien conocidos y de ellos se tienen todas, o casi todas, las especies presentes en el estado, tal es el caso de las abejas sin aguijón, de las cuales se conocen 10 géneros y 13 especies (cuadro 1). Otro grupo es el de la tribu Euglossini, abejas con machos que visitan flores de orquídeas, en este caso se conocen cuatro géneros y cinco especies. Otros géneros relevantes por sus características biológicas y de los cuales se conocen todas, o casi todas las especies, son las abejas carpinteras ya mencionadas (género *Xylocopa*), los abejorros (*Bombus,* figura 5) y *Peponapis,* las abejas de las calabazas (apéndice 1 y 2, cuadro 1).

La abejas presentan diferentes formas de vida. Contrario a la creencia general, la mayoría de las especies son de vida solitaria; además hay un número importante de abejas parásitas (clepto-

parásitas) y sólo un número pequeño de especies son altamente sociales, como la abeja melífera (*A. mellifera*). A continuación se describe, para cada una de estos grupos, la diversidad de Colima:

**Solitarias**. Gran parte de las abejas conocidas para Colima son solitarias (59 especies de la fauna conocida). En este grupo las hembras construyen los nidos y aprovisionan las celdas con el alimento que requieren sus crías. Entre estas abejas están todas las especies de las familias Colletidae, Andrenidae y Megachilidae; en esta última familia el género *Megachile* es el más diverso y uno de los más comunes en Colima. Este tipo de abejas anida en agujeros en la madera o en oquedades y cortan círculos de hojas y pétalos con los cuales cubren el interior de los nidos, para construir las celdas. En la familia Apidae, dentro de las abejas más comunes se encuentra a *Melisodes tepaneca* y a las especies de los géneros *Ceratina*, *Exomalopsis*, *Tetraloniella* (figura 2) y *Xylocopa*. Algunos Apidae que no son sociales tienen comportamiento de anidación gregario, como ocurre con las especies de *Ancyloscelis*, *Diadasia* y *Melitoma*.



**Figura 2.** Macho de *Tetraloniella* en espera de hembras, especie común durante el verano en la cañada entre la ciudad de Colima y Minatitlán. Foto: Ricardo Ayala.

**Sociales**. El comportamiento social se presenta en distintos grupos de abejas, pero es común en las familias Halictidae y Apidae. Entre las abejas se observan distintos niveles de comportamiento social, desde los estados más simples, subsociales, hasta las abejas altamente sociales o eusociales (Michener 1974). Entre las abejas de la familia Halictidae, es muy probable que gran parte de las especies presentes en Colima tengan algún nivel de comportamiento social, incluso que algunas especies sean altamente sociales (Michener 1974, 2007). Dentro de la familia Apidae se dan comportamientos eusociales (altamente sociales), como en la abeja de la miel (*A. mellifera*), así como también entre las abejas sin aguijón (tribu Meliponini, figura 1, cuadro 1) y las del género *Bombus*. Esto es, 16% de la fauna conocida de abejas de Colima son altamente sociales (apéndice 1).

**Cleptoparásitas**. Estas abejas usan los nidos y el alimento reunido para las crías de otras especies. También está representado este grupo en Colima y se conocen especies de los géneros *Sphecodes* y *Temnosoma,* de las familias Halictidae; *Stelis* y *Coelioxys* para la familia Megachlidae y *Coelioxoides*, *Exaerete*, *Lestrimelitta*, *Mesocheira* y *Mesoplia;* en la familia Apidae se encuentran los géneros cleptoparásitos *Ctenioschelus*, *Epeolus*, *Nomada*, *Rathymodes* y *Odyneropsis*. Las familias Osiris y Triepeolus aún no han sido registradas en el estado pero es muy probable que estén presentes. De las abejas sin aguijón se tiene en Colima a *Lestimelitta chamelensis*, que es una abeja cleptoparásita social; este es un caso especial en el cual las abejas de una colonia no colectan recursos de las flores, sino que los obtienen de las colonias de otras especies de abejas sin aguijón.

Considerando que existe poca información sobre la diversidad de abejas de Colima, se recurrió a un análisis para estimar la fauna que posiblemente está presente en el estado, basado en los estudios faunísticos realizados en localidades relativamente cercanas a esta región y considerando las comunidades vegetales, así como la experiencia del autor. Con esto se encontró que es muy probable que en Colima existan alrededor de 95 géneros y alrededor de 299 especies de abejas. Para esta estimación se consideró, además de la vegetación, la elevación en la cual las especies de abejas han sido registradas. Los estudios incluidos en la estimación son de Ayala (1989) para Chamela, de Fierros (1994) para el volcán de Tequila, Estrada (1992) y Estrada de León y Ayala (1995) para la sierra de El Tigre, y de Ayala (no publicado) para San Buena Ventura, Jalisco.

En el apéndice 2 se presenta la lista de estos géneros así como el número probable de especies para cada uno de ellos y la comunidad vegetal a la cual están o estarían asociadas. De acuerdo a lo anterior se conocen en este momento, para Colima, sólo 64.2% de los géneros y 32.5% de la diversidad a nivel de especie que probablemente esté presente en el estado.

Utilizando una modificación de la carta de vegetación y uso del suelo de Colima (INE 2000), en la que se reúnen los tipos de vegetación tropicales (en rojo), de la montaña (en verde) y las áreas en las cuales hay pastizales, ganadería y zonas agrícola (amarillo), se puede ver que gran parte del estado está cubierto por el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio (BT) y alrededor de 40% está bajo manejo agrícola o ganadero. La figura 3 muestra una fauna diezmada en cuanto a riqueza, dependiendo de varios factores como son: la cercanía con áreas naturales, la presencia de mayor diversidad de especies de herbáceas y la disponibilidad de áreas para anidar; en este caso el número de especies de abejas es muy variable y puede ir de unas pocas especies hasta alrededor de 40. Lo anterior contrasta con lo que ocurre en los bosques tropicales (BT), en los cuales la diversidad puede estar en el orden de los 190 a 240 especies, siendo las áreas más diversas en abejas en la región. Hay que señalar que hay un cambio en la composición de la fauna de abejas presente en los BT que están por arriba de los 500 msnm, en los que se observa la presencia de especies como *Dianthidium macrurum* y una mayor cantidad de especies de la familia Andrenidae.

Los bosques de coníferas, encinos y mesófilos son menos diversos en abejas, pero presentan especies endémicas, en este caso encontramos por ejemplo a *Melipona colimana* (figura 1) o *Plebeia manantlensis*, así como a especies de *Bombus* y *Deltoptila*. En Colima estos bosque requieren más estudio y es muy posible que aún se reserven sorpresas con nuevas especies, algunas de esas posiblemente endémicas.

Utilizando los valores estimados se encontró que las familias más diversas son: Apidae con 49 géneros y 135 especies, seguida de Megachilidae con 17 y 60, Halictidae con 15 y 58, Andrenidae con siete y 28, y finalmente la menos diversa, Colletidae con seis géneros y sólo 18 especies (apéndice 2).

A partir de los datos estimados, a nivel de género los grupos más diversos son: *Megachile* con 24 especies, seguido de *Lasioglossum* con 17, *Centris* con 15, *Augochlora* con 12, *Xylocopa* con 11,

*Colletes*, *Euglossa* y *Ceratina* cada uno con ocho especies, y los géneros *Tetraoniella* y *Exomalopsis* con siete especies; en conjunto estos 10 géneros contienen 117 especies que representan 39% de la fauna estimada para Colima (cuadro 1).

Es sabido que Colima tiene una rica fauna de abejas, pero no se tienen datos suficientes sobre la situación en que se encuentran las faunas de las distintas regiones del estado, tanto de áreas naturales como de los agroecosistemas. Las observaciones preliminares indican que se mantiene una considerable diversidad de abejas, si bien las serranías que aparentemente tienen vegetación natural son muchas veces áreas que fueron perturbadas y que están en distintas etapas de recuperación. Como se observa en la figura 3, las áreas que son dedicadas a la agricultura y ganadería cubren más de 40% del territorio (Padilla-Velarde *et al.* 2006), si se suma a eso

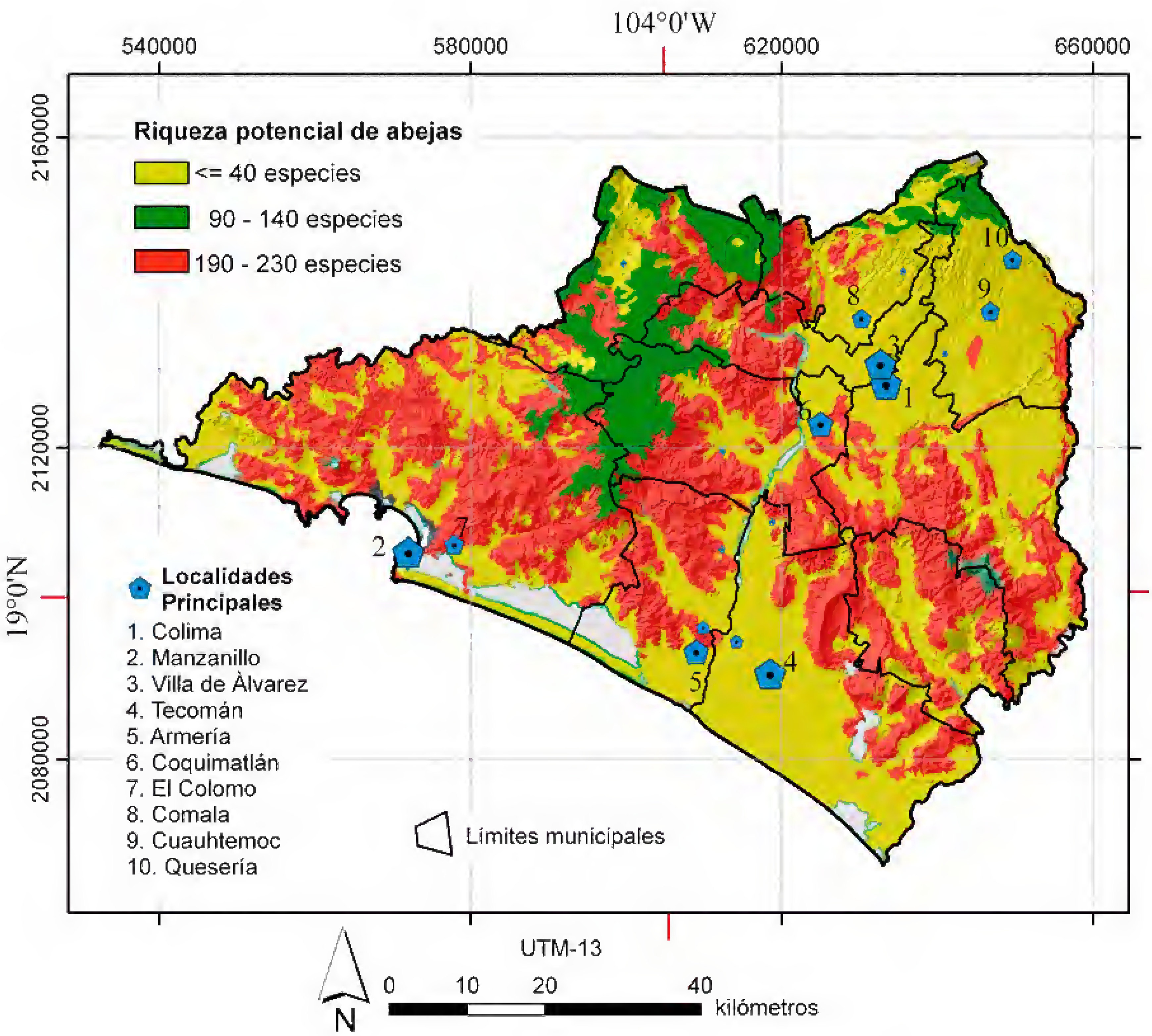



**Figura 3.** Riqueza faunística de abejas asociadas y su distribución respecto al tipo de vegetación y uso del suelo. En amarillo las áreas con pastizal natural o inducido, ganadería y cultivos de temporal o riego; en rojo distribución del bosque tropical caducifolio y subcaducifolio; y el verde representa bosque de pino, pino-encino y mesófilos de montaña. Fuente: elaboración propia.

que las áreas con bosques tropicales o montanos han sufrido fuertes perturbaciones, se tiene que la fauna de abejas de esas áreas puede estar diezmada respecto a lo que se indica en el mapa.

Colima, al ser un estado con un territorio relativamente pequeño, no alberga una fauna endémica exclusiva; sin embargo, es importante señalar que un porcentaje importante de las especies de abejas asociadas a los bosques tropicales son endémicas de un área que sigue al bosque tropical en la costa de Pacífico, entre el sur de Sinaloa y Oaxaca. Así, la fauna de abejas es en gran parte endémica de esta parte de México y Colima ocupa un lugar importante contribuyendo a mantener esa diversidad. En el caso de los bosques de pino, encino y mesófilos, Colima presenta una fauna de abejas que es endémica y se comparte sólo con la presente en las serranías cercanas (sierra de Manantlán, sierra del Tigre, volcán de Colima, sierra del Tuito y volcán Tequila) en los estados de Jalisco y Michoacán, un ejemplo son *Melipona colimana* (figura 1) y *Plebeia manantlensis*.

## Importancia

Son importantes los servicios que las abejas brindan al ecosistema donde habitan, eso a través de la polinización, ya que permiten preservar la integridad del mismo. Sin las abejas como polinizadores no se podría tener una parte importante de los alimentos que requiere la población de México: jitomate, tomate, frijol, chile, calabacitas, calabazas, ciruelas, mangos, manzanas, café, vainilla, arándano, almendro; además, cultivos como alfalfa, del que depende indirectamente mucha de la producción de carne, requiere ser polinizada por abejas para producir semillas (Arizmendi 2009).

Actualmente, la polinización se enfrenta a las prácticas modernas de la agricultura, lo cual causa que las poblaciones de polinizadores decrezcan a un ritmo alarmante (Sihag y Singh 1999). En contraste, diversos estudios (McGregor 1976, Guzmán *et al.* 2002, Quezada-Euán 2005) han demostrado que con la polinización entomófila el tamaño y peso de los frutos aumenta, en comparación con aquellos otros frutos producidos sin la visita de polinizadores.

En el apéndice 3 se presenta una lista de abejas que han sido registradas en localidades dentro del estado y que son importantes como polinizadores de cultivos y flora nativa de importancia económica. Ese refleja la importancia que tienen las abejas para los habitantes del estado, principalmente los que se dedican a la agricultura, y respalda la necesidad que hay de trabajar más a favor de la conservación de las abejas nativas.

La abeja melífera *(A. mellifera)* es sin duda la especie más común y también la más utilizada en Colima como agente polinizador de cultivos, tema que será tratado de forma particular en otro capítulo de este libro. Así, la fauna de abejas nativas representa una importe contribución a la polinización agrícola. Si bien no existen datos cuantificables, cabe señalar que cultivos como el de las cucurbitáceas (sandias, pepino, melón y calabazas) se benefician por el trabajo de estas abejas, lo que representa una importante derrama económica para los agricultores. En el estado, por las características de su vegetación tropical (BT) y de los bosques templados (BPE), además de los cultivos como el limón y el café,

también son de importancia económica la producción de miel y de cera.

Las abejas sin aguijón son un grupo importante e interesante con un rico pasado histórico en México (Ayala 1999), que actualmente siguen siendo cultivadas por los campesinos en el sur de México y en varios países americanos (Posey 1980, Sommeijer *et al.* 1990, Buchmann y Nabhan 1996, Quezada-Euán *et al.* 2001). En el caso de Colima los productos de estas abejas, como la miel o la cera, son usados por la gente de poblados y rancherías, y los obtienen por la explotación o extracción directa de los nidos de los árboles, por personas que han realizado esta práctica de forma tradicional, heredada de los padres y abuelos. Esta práctica se realiza en tierras bajas con vegetación tropical, pero es cada vez menos frecuente: las abejas más utilizadas con este fin son de la especie *Scaptotrigona hellwegeri* (figura 4).



**Figura 4.** *Scaptotrigona hellwegeri,* especie de las que se extrae miel (miel de árbol) y ceras (cera de Campeche) de los nidos que construyen dentro de troncos huecos de árboles. Se trata de una práctica que aún perdura en algunas comunidades en el estado. Foto: Ricardo Ayala.

Una especie endémica de la región, *Plabeia manantlansis,* de las más grandes dentro del género en México, tiene posibilidades de ser cultivada para explotar su miel o ser usada como polinizador. En áreas tropicales se ha utilizado también *Nannotrigona perilampoides,* la cual está presente en las montañas al norte del estado; esa abeja es pequeña pero ha sido utilizada para la polinización de fresa. De las abejas sin aguijón en Colima se conocen 12 especies (cuadro 1, apéndice 1), de las cuales son comunes: *Partamona bilineata, Frieseomelitta nigra* y *Trigona fulviventris.* Es frecuente encontrar nidos de las dos primeras en zonas urbanas, los cuales se establecen en edificios públicos o casas; por ejemplo, la catedral de Colima tiene en sus torres nidos de *P. bilineata* que tienen apariencia de plastas de lodo oscuro. Del género *Melipona* (figura 1) se tienen dos especies, *Melipona beecheii* de tierras bajas, que aparentemente está casi extinta y *Melipona colimana* (figura 1), que es endémica de la región y está presente en el volcán de Colima, algunas localidades de la sierra de Manantlán y la sierra del Tigre. Estas son dos especies con muchas posibilidades de ser usadas como polinizadores o para la producción de miel y cerumen. En el estado se presenta también *Cephalotrigona eburneiventer,* considerada endémica de la cuenca del río Balsas, pero que tiene una distribución discontinua y ha sido registrada por el camino hacia Minatitlán; ésta también es una especie con potencial para ser usada en la polinización de cultivos y producción de miel (cuadro 1).

El cerumen producido por estas abejas es usado tanto con fines medicinales como para elaboración de velas para ceremonias religiosas y para realizar injertos de plantas frutales. En el pasado, además, fue importante en el arte plumario.

Los abejorros en Colima son importantes en la polinización de plantas cultivadas (especies del género *Bombus*, apéndice 1), éstos son reproducidos y comercializados para polinizar tomates en invernaderos, debido a que tienen la capacidad de la polinización vibratoria que se requiere para polinizar plantas como el jitomate (Velthius y van Doom 2004). Actualmente se importa *Bombus impatiens* para polinizar este cultivo, pero en Colima existen tres especies de abejas que también pueden ser usadas con este fin, entre las cuales está *Bombus ephippiatus* (figura 5), que es cercano filogenéticamente a *B. impatiens* y tiene un comportamiento con poca agresividad. La especies *B. steindachneri*, presente en tierras bajas con clima tropical en el estado, puede también ser una alternativa y sin embargo nunca se ha intentado su manejo como polinizador.



**Figura 5.** *Bombus ephippiatus*, abejorro común en el volcán de Colima, que puede ser utilizado como polinizador manejado en el cultivo de tomates en invernadero. Foto: Ricardo Ayala.

Las abejas cortadoras de hojas (especies de *Megachile*) son importantes en la polinización de alfalfa, girasol y muchas leguminosas. Las abejas carpinteras (especies del género *Xylocopa*) son conocidas por ser buenos polinizadores de las flores de maracuyá (Freitas *et al.* 2006), así como también de las flores del guayabo (*Psidium*). Las especies de abejas carpinteras pequeñas (género *Ceratina*), que anidan en ramas secas de herbáceas, así como las especies de los géneros *Ancyloscelis*, *Exomalopsis*, *Tetraloniella* (figura 2), *Melissodes*, *Augochlora* y *Augochlorella*, son polinizadores generalistas que visitan las flores de muchos de los cultivos; de ellas depende la polinización como servicio ambiental de una buena parte de las plantas que se cultivan en el estado, sin que esto sea fácil de percibir aun por los agricultores.

En el cuadro 2 se reúne una lista de especies de abejas presentes en Colima y las plantas que polinizan; ello muestra la importancia de las abejas en la producción de muchos de los frutos que se producen en el estado y que son de importancia económica o consumidos por la población local, algunos de ellos regionales.

## Amenazas y conservación

Existen evidencias que muestran una rápida tendencia a la pérdida de la diversidad de abejas a nivel mundial, causando la pérdida dramática del servicio de polinización. Este fenómeno de extinción de abejas se suma a la pérdida de especies de la flora silvestre (Buchman y Nabhan 1996, Oldroyd 2007), lo que representa un riesgo, tanto para los ecosistemas como para la producción agrícola. Se sabe que el rendimiento de 87 de los 115 cultivos más importantes para la alimentación mundial se incrementa con los servicios ecológicos de la polinización, y entre el amplio espectro de animales polinizadores las abejas están entre los más efectivos (Klein *et al.* 2007).

**Cuadro 2.** Especies de abejas registradas para el estado y plantas de importancia agrícola que polinizan. Fuente: elaboración propia.

| Especie de abeja | Especie de planta |
|---|---|
| *Augochlora* spp. | *Capsicum annuum, Citrullus lanatus, Citrus aurantifolia, Citrus* spp.*, *Cucumis melo, Cucumis sativus, Mangifera indica, Physalis ixocarpa.* |
| *Bombus ephippiatus* | *Lycoperiscum sculentum, Persea americana, Phaseolus vulgaris, Prunus persica, Rubus occidentalis.* |
| *Bombus weisi* | *Lycoperiscum sculentum, Malus* spp., *Persea americana, Phaseolus vulgaris, Prunus persica, Rubus occidentalis.* |
| *Centris* spp. | *Byrsonima crassifolia.* |
| *Ceratina* sp. | *Citrus aurantifolia, Citrus* spp.*, *Sechium edule, Spondias* spp. |
| *Colletes* sp. | *Capsicum annuum, Lycoperiscum sculentum, Physalis ixocarpa, Sechium edule.* |
| *Epicharis elegans* | *Byrsonima crassifolia, Pachyrhizus erosus.* |
| *Exomalopsis* spp. | *Citrullus lanatus, Cucumis melo, Cucumis sativus, Persea americana.* |
| *Friseomelitta nigra* | *Byrsonima crassifolia, Citrus aurantifolia, Citrus* spp.*, *Cocos nucifera, Cucumis melo.* |
| *Halictus ligatus* | *Cucumis melo, Medicago sativa, Persea americana.* |
| *Lasioglossum (Dialictus)* spp. | *Citrullus lanatus, Citrus aurantifolia, Citrus* spp.*, *Cucumis melo, Mangifera indica.* |
| *Megachile* sp. | *Medicago sativa, Phaseolus vulgaris.* |
| *Melipona beecheii* | *Bixa orellana, Coffea arabica, Lycoperiscum sculentum.* |
| *Melipona colimana* | *Persea americana.* |
| *Melissodes tepaneca* | *Citrus aurantifolia, Citrus* spp.* |
| *Melitoma marginella* | *Ipomoea batatas, Gossypium* spp. |
| *Nannotrigona perilampoides* | *Bixa orellana, Capsicum annuum, Citrullus lanatus, Cocos nucifera, Coffea arabica, Lycoperiscum sculentum, Persea americana, Sechium edule.* |
| *Partamona bilineata* | *Bixa orellana, Cocos nucifera, Coffea arabica, Cucumis melo, Cucumis sativus, Persea americana, Sechium edule.* |
| *Peponapis azteca* | *Cucurbita pepo.* |
| *Peponapis crassidentata* | *Cucurbita pepo.* |
| *Peponapis utahensis* | *Cucurbita pepo, Ipomoea batatas.* |
| *Plabeia manantlensis* | *Bixa orellana, Coffea arabica, Persea americana.* |
| *Plebeia frontalis* | *Bixa orellana, Citrus aurantifolia, Citrus* spp.* |
| *Plebeia moureana* | *Citrus aurantifolia, Citrus* spp.*, *Coffea arabica.* |

Cuadro 2, continúa

| Especie de abeja | Especie de planta |
|---|---|
| *Protandrena* spp. | *Physalis ixocarpa, Sechium edule.* |
| *Pseudaugochlora graminea* | *Citrullus lanatus, Cucurbita pepo.* |
| *Scaptotrigona hellwegeri* | *Bixa orellana, Citrus aurantifolia, Citrus* spp.*, *Cocos nucifera, Mangifera indica, Muntingia calabura, Nephellium lapaceum, Persea americana, Sechium edule, Spondias purpurea.* |
| *Trigona fulviventris* | *Bixa orellana, Byrsonima crassifolia, Citrus aurantifolia, Citrus sinensis, Cocos nucifera, Coffea arabica, Crotalaria longirostrata, Cucumis melo, Cucurbita pepo, Eryobotria japonica, Mangifera indica, Muntingia calabura, Persea americana, Sechium edule.* |
| *Xenoglossa gabbii* | *Cucurbita pepo.* |
| *Xylocopa fimbriata* | *Coffea arabica, Pasiflora edulis, Psidium guajava.* |
| *Xylocopa mexicanorum* | *Bixa orellana, Coffea arabica, Pasiflora edulis, Psidium guajava.* |

No se incluye *Apis mellifera*. Cuando se usa "spp." se considera que distintas especies de la fauna de la región visitan las flores. En el caso de "spp.*" se refiere a las distintos especies o variedades de cítricos que ocurren en Colima.

En muchos países es patente la disminución de la abundancia de las abejas melíferas (*A. mellifera*) y la causa aparente es una combinación de amenazas, entre las que se encuentran: el uso de nuevos insecticidas (nicotinoides), la pérdida de la calidad del alimento (polen) disponible para las crías y el efecto de los parásitos, que va desde los virus hasta los ácaros. Respecto a esto último, en Colima no hay evidencia de que las abejas se enfrenten a este problema.

La biodiversidad de abejas en Colima se ve afectada por la presión que representa el incremento del uso del área para la ganadería, la agricultura y en particular para el cultivo de la caña de azúcar; este último ocupa un extensión considerable dentro del estado, junto con el uso del suelo para el cultivo de la palma de coco, limón, papaya, plátano y melón, principalmente en los municipios de Tecomán y Armería. Recientemente se ha promovido el cultivo del aguacate, con lo cual se tiene el riesgo de pérdida de las áreas boscosas por sustitución de este monocultivo y con eso la disminución de la vegetación nativa de las montañas. Algo similar pasa con el cultivo de zarzamora que día a día gana terreno en el estado.

El rápido crecimiento de los proyectos inmobiliarios, turísticos, portuarios e industriales, representa una grave amenaza a la conservación de las abejas, al propiciar el rápido crecimiento de la mancha urbana y el consecuente deterioro ambiental al ocupar áreas que son importantes para la fauna de abejas, principalmente para su anidación.

Además de lo anterior está el incremento en el uso de insecticidas y la producción de desechos tóxicos que se vierten al ambiente. Con el creciente interés por el uso de invernaderos para el

cultivo de jitomate es necesario el uso de polinizadores especializados, como es el caso del abejorro de la especie *Bombus impatiens,* la cual es comercializada y fue introducida del noroeste de Estados Unidos y Canadá, que si bien es eficiente para incrementar la producción de tomates, existe el riesgo de que sea portadora de algunas enfermedades que podrían afectar a la fauna nativa. Es por ello que se requiere un estricto seguimiento y monitoreo sanitario de estas abejas, con el objeto de asegurarse que no son un problema futuro para nuestra fauna. También es importante que estas abejas no se establezcan como fauna feral, pues al ser especies generalistas, respecto a las flores que visitan, pueden competir con la fauna nativa y afectar el tamaño de sus poblaciones o propiciar la extinción de especies nativas o endémicas.

Si bien una buena parte del territorio de Colima ha sido usado en la ganadería o agricultura, es de destacar que en este estado se tienen dos reservas de la biosfera como son el volcán de Colima y la sierra de Manantlán, además de áreas que se dedican a la conservación, como son las huertas de Comala y el rancho El Jabalí. Las reservas representan un esfuerzo considerable en la conservación de las abejas, al mantener áreas extensas de refugio para esta fauna.

Por otra parte, el complejo sistema montañoso en el estado, con vegetación tropical, incluye un número considerable de áreas con vegetación natural o acahuales viejos, en los cuales la diversidad vegetal es considerable y reúne condiciones para albergar una rica fauna de abejas. No obstante, se requiere trabajar más en la recuperación de la vegetación en áreas que fueron ganaderas, al norte del estado, reforestándolas y facilitando el establecimiento de una mayor riqueza de hierbas y árboles, así como cuidar los espacios propicios para la anidación de abejas sociales y solitarias.

Ante la necesidad que se tiene del uso de pesticidas en las áreas agrícolas en Colima, principalmente en las partes bajas y planas dedicadas al cultivo de limón, papaya, mango, coco, aguacate y



**Figura 6.** Abeja de la familia Halictidae (*Augochloropsis ignita*). Foto: Ricardo Ayala.

café, es necesario promover campañas de orientación y seguimiento sobre el uso correcto de insecticidas, lo cual permitiría disminuir, en lo posible, el efecto nocivo sobre la fauna de abejas, tanto melíferas como nativas. Con estas medidas se aseguraría una polinización adecuada de los cultivos que requieren abejas y también se propiciaría un ambiente sano para el hombre.

Es conveniente mantener áreas con vegetación natural, aledañas a cultivos como melón, sandía, pepino, chiles y tomates, en las cuales puedan anidar las abejas nativas y obtener recursos alimenticios adicionales. Lo anterior crearía pequeños refugios para la fauna de abejas, lo que asegurarían una adecuada polinización y producción de frutos, sin tener que depender del manejo de las abejas melíferas y garantizaría la polinización de cultivos con flores, que son poco visitadas por las abejas exóticas. Para el caso de áreas con cultivos de maracuyá (pasifloras), es conveniente asegurar espacios con ramas secas, formando cercados alrededor de los cultivos y permitiendo que las abejas carpinteras que requieren estos cultivos tengan lugar donde anidar.

## Conclusiones

Considerando la importancia de los cultivos frutales en el estado, es claro que se requiere de polinizadores como las abejas para mantener una buena producción agrícola, por esto, es importante considerar acciones que permitan preservar a las abejas, para que puedan cumplir con el servicio ecológico de polinización y al mismo tiempo se apoye su conservación con prácticas de uso del suelo que permitan un manejo sustentable de los recursos naturales. Se requieren estudios que permitan conocer y conservar a las abejas nativas de Colima y de esta manera conservar el importante servicio ambiental que proveen a través de la polinización de los alimentos que consumimos.

## Referencias

Arizmendi, C. 2009. La crisis de los polinizadores. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Biodiversitas* 85:1-5.

Ascher, J.S. 2009. Apoidea species guide. En: <*http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species*>, última consulta: 9 de julio de 2015.

Ascher, J.S., C. Eardley, T. Griswold, *et al.* 2008. World bee checklist. En: <*http://www.itis.gov/index.html*>, última consulta: 9 de julio de 2015.

Ayala, R. 1989. Abejas silvestres de Chamela, Jalisco. *Folia Entomológica Mexicana* 77:395-493.

———. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Folia Entomológica Mexicana* 106:1-123.

Ayala, R., T.L. Griswold y S.H. Bullock. 1993. The native bees of México. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, Nueva York, pp. 179-227.

Ayala, R., T.L. Griswold y D. Yanega. 1996. Apoidea. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. J.E. Llorente B., A.N. García A. y E. González (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, pp. 423-464.

Biesmeijer, J.C., S.P.M. Roberts, M. Reemer, *et al.* 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313:351-354.

Buchmann, S.L. y G.P. Nabhan. 1996. *The forgotten pollinators*. Island Press. Washington, D.C.

Estrada, C. 1992. *Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de la sierra del Tigre, Jalisco*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Estrada de León, M. y R. Ayala. 1995. Las abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de la sierra del Tigre, Jalisco, México. *Apicultura Moderna* 7:12-25.

Fierros, E. 1994. Abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) del volcán de Tequila, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 102:21-27.

Freitas, B.M., C.F. Martins, C.P. Schlindwein, *et al.* 2006. Bumble bees and solitary bees. En: *Bees as pollinators in Brazil, assessing the status and suggesting best practices*. Vol. V.L. Imperatriz-Fonseca, A.M. Saraiva y D. de Jong (eds.). Ribeirao Preto, Holo, Editora, Brasil, pp. 55-62.

Guzmán-Díaz, M.A., M. Rincón-Rabanales, R. Vandame, *et al.* 2002. Efecto de las abejas en el incremento y calidad de frutos de rambután (*Nephelium lappaceum* L.: Sapindaceae). En: *Tercer Seminario Estatal de Polinización con Abejas*. Uruapan, Michoacán.

Klein, A.M., B.E. Vaissière, J.H. Cane, *et al.* 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*. 274:303-313.

Mcgregor, S.E. 1976. *Insect pollination of cultivated crop plants*. Agriculture Handbook núm. 496. Agricultural Research Service, USDA. Tucson, Arizona.

Michener, C.D. 1974. *The social behavior of the bees.* Belknap Press. Cambridge.

———. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66:277-347.

———. 2007. *The bees of the world*. Johns Hopkins University Press. Baltimore.

Michener, C.D., R. Mcginley y B. Danforth. 1994. *The bee genera of north and central America (Hymenoptera: Apoidea)*. Smithsonian Institute Press. Washington, D.C.

Moure, J.S., D. Urban y G.A.R. Melo. 2007. *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the neotropical region*. Sociedade Brasileira de Entomologia. Curitiba. Brasil.

Oldroyd, B.P. 2007. What's killing American honey bee?. *PLoS Biolology* 5:1195-1199.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas, G. Ibarra, *et al.* 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:271-295.

Posey, D. 1980. Consideraciones, etno-entomológicas sobre grupos amerindios. *América Indígena* 40:104-120.

Quezada-Euán, J.J. 2005. *Biología y uso de las abejas sin aguijón de la península de Yucatán, México (Hymenoptera: Meliponini)*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. México.

Quezada-Euán, J.J., W. May-Itzá y J. González-Acereto. 2001. Meliponiculture in México: problems and perspective for development. *Bee World* 82:160-167.

Sihag, R.C. y M. Singh. 1999. Why conserve Pollinators? *Bee World* 80:113-114.

Sommeijer, M., W. Van Veen y H. Arce. 1990. Stingless bees in Central-America: an alternative for the killer bee? *AT Source* 18:23-24.

Velthius, H. y A. van Doom. 2004. The breeding, commercialization and economic value of bumblebees. En: *Solitary bees, conservation, rearing and management for pollination*. B.M. Freitas y J.O. Pereira (eds.). Imprensa Universitaria. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, pp. 135-149.

# Escarabajos con cuernos largos (Cerambycidae)

Felipe A. Noguera Martínez

## Descripción

La mayoría de las especies de la familia Cerambycidae (del griego *kerambyx*, escarabajo con cuernos) son alargadas y subcilíndricas, aunque también hay especies aplanadas como en *Smodicum*, extremadamente delgadas como en *Spalacopsis* o modificadas crípticamente como en *Rhinotragini*. Los coleópteros de esta familia tienen los ojos fuertemente emarginados o incluso completamente divididos; generalmente presentan antenas largas que surgen de la emarginación de los ojos y los tarsos tienen cinco artejos, siendo el tercero bilobulado y el cuarto muy pequeño y cubierto por los lóbulos del tercero.



**Figura 1.** *Odontocera clara* Bates, 1873. Especie endémica de México, que pertenece a la tribu Rhinotragini, cuyas especies mimetizan a grupos como avispas y abejas, principalmente. Foto: Enrique Ramírez García.



Noguera, F.A. 2016. Escarabajos con cuernos largos (Cerambycidae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. conabio. México, pp. 346-352.

En este grupo se encuentran especies que miden desde 2 mm de largo, como *Cyrtinus pygmaeus*, hasta 170 mm, como *Titanus giganteus*. Muchas especies presentan espinas en el pronoto, élitros y patas. Presentan dimorfismo sexual, comúnmente los machos poseen antenas más largas, la cabeza más grande, los élitros más estrechos y el abdomen ligeramente más pequeño, más recto y menos convexo. Este dimorfismo alcanza su mayor expresión en la subfamilia Prioninae, en donde las mandíbulas pueden ser mucho más grandes o excesivamente alargadas y falcadas (curvatura en forma de hoz), y las antenas pueden ser serradas, pectinadas, imbricadas o flabeladas. Su coloración es variable, comúnmente reflejando sus hábitos. Las especies nocturnas son de colores opacos; de éstas, las que permanecen inactivas pero expuestas durante el día son de colores crípticos, frecuentemente confundiéndose muy bien con su entorno, en cambio, las especies nocturnas que permanecen ocultas durante el día son de colores pardo o negro opaco. En contraste, las formas diurnas son brillantemente coloreadas, incluyendo especies con colores metálicos (Linsley 1961).

Los registros fósiles más antiguos y mejor preservados que se tienen de este grupo datan del eoceno, pero se cree que este grupo ya estaba presente en el cretácico medio, hace 138 millones de años, asociado a los bosques de angiospermas existentes de esa era (Linsley 1961).

## Diversidad y distribución

La familia Cerambycidae constituye una de las más diversas del orden Coleoptera, con más de 30 mil especies descritas hasta la fecha (Nearns *et al.* 2015) y con un continuo incremento en el número de especies conocidas a escala mundial. En América se han registrado cerca de 9 mil especies de siete subfamilias (Bezark 2015, Monné 2015*a, b, c*) y en México se conocen 1 621 especies de 454 géneros, 80 tribus y siete subfamilias (Noguera 2014). En Colima, a la fecha se han registrado 136 especies de 83 géneros, 30 tribus y cinco subfamilias



**Figura 2.** *Cirrhicera basalis* Gahan, 1892. Especie endémica de México. Los individuos de las especies de este género se caracterizan por presentar en los artejos antenales cinco y seis, un fleco denso de sedas. Foto: Enrique Ramírez García.



**Figura 3.** *Phaea marthae* Chemsak, 1977. Especie endémica de México. Sus individuos se alimentan de plantas de las familias Apocynaceae y Asclepiadaceae y secuestran los compuestos tóxicos que éstas contienen, como un mecanismo de defensa contra depredadores. El color rojo es una señal de advertencia. Foto: Enrique Ramírez García.

(apéndice 1). La subfamilia con mayor número de especies es Cerambycinae con 86, seguida de Lamiinae con 43, Lepturinae con cinco, Prioninae con dos y Parandrinae con una. Las tribus con mayor riqueza son Elaphidiini con 26, Trachyderini con 13 y Eburiini, Rhinotragini y Tetraopini con 10, respectivamente. Los géneros *Eburia*, *Phaea* y *Psyrassa* son los más diversos en especies, con ocho los dos primeros y siete el último (Monné, 2015*a, b, c*, Noguera 2015*a*).

Del total de especies, 130 son continentales y siete han sido registradas sólo en las islas Revillagigedo (apéndice 1). Estas últimas fueron descritas para ese archipiélago y hasta el momento se consideran endémicas del mismo. Del resto de las especies, 70 se han registrado solamente en México, lo que junto con las especies insulares haría que la fauna hasta ahora registrada de Colima, representara 56% de especies endémicas para el país.

La familia Cerambycidae tiene una distribución cosmopolita y es posible encontrar sus especies desde el nivel del mar hasta más de los 4 000 msnm. Su distribución actual ha sido explicada por cambios en el clima y la disponibilidad de las especies de plantas de que se alimentan; la evolución y distribución de las floras pasadas han tenido gran influencia en la historia evolutiva del grupo (Linsley 1961). En la actualidad, su mayor diversidad se encuentra en los trópicos y las relaciones de las faunas a escala mundial han sido explicadas por Linsley (1961).

La fauna en México está conformada principalmente por elementos neotropicales, holárticos y sonorenses; la de Colima se caracteriza por elementos neotropicales. Para esta entidad la mayoría de las especies de cerambícidos registradas han sido localizadas en regiones con bosque tropical caducifolio como vegetación dominante (Noguera 2015*b*), lo que parece indicar que tienen una relación estrecha. Este tipo de vegetación, junto con el bosque tropical subcaducifolio, cubren 55% del territorio del estado (INEGI 2010) y es probable que ahí se concentre la mayor diversidad de este grupo.

## Importancia

La importancia de Cerambycidae está relacionada con sus hábitos alimenticios. Sus especies son exclusivamente fitófagas, tanto en estado larval como de adultos. Como larvas la mayoría se alimenta de árboles o ramas recién muertos, algunas de árboles o arbustos vivos y otras pocas de madera podrida. Además, prácticamente todas las estructuras de una planta son utilizadas como alimento por sus larvas, encontrándose especies que consumen raíces, troncos, ramas, semillas, frutos o tallos herbáceos de plantas anuales o porciones vegetativas frescas de algunas cactáceas.

En la mayoría de las especies los adultos se alimentan de plantas diferentes a las de sus larvas. Éstos, al igual que las larvas, presentan una amplia gama de hábitos alimenticios (aunque también existen especies que no se alimentan como adultos), encontrándose especies que consumen flores, corteza, hojas, agujas y conos de pinos, savia, frutos, raíces y hongos. Las especies que se alimentan de flores usualmente son generalistas y son considerados como el grupo de coleópteros más importante desde el punto de vista de la polinización. Los individuos de este grupo habitan



**Figura 4.** *Mecas* (*Dylobolus*) *rotundicollis* Thomson, 1868. Esta especie se distribuye desde Estados Unidos de América hasta Costa Rica. Los individuos de esta especie presentan un patrón de coloración similar a especies de la familia Lampyridae (luciérnagas), incluyendo los últimos segmentos del abdomen con coloración blanquecina-amarillenta, semejando el órgano luminiscente de las luciérnagas.
Foto: Enrique Ramírez García.

principalmente en bosques y selvas, y su función ecológica dentro de los mismos es degradar la madera muerta, reintegrándola al suelo como humus (Linsley 1961).

En el aspecto económico la importancia de este grupo está más relacionada con el daño que le provocan a la madera que con la muerte que estas especies pueden causarle a los árboles. En este sentido, ese daño está más documentado en madera de árboles templados y el efecto más común es que la madera sea infestada antes de ser usada y que el daño suceda cuando los adultos emergen (dañando pisos de madera, muebles, postes, etcétera.).

## Amenazas y conservación

No existe información que permita determinar la situación y estado de conservación de las especies de este grupo en el país, ni en Colima, y hasta la fecha ninguna de sus especies está registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, y debido a la estrecha relación que tienen con sus plantas hospederas, es posible afirmar que el estado de conservación de bosques y selvas en el país incide directamente en la diversidad de este grupo de insectos.

Se ha demostrado que para algunas especies de cerambícidos, en otras regiones del planeta, la



**Figura 5.** *Plagiohammus imperator* (Thomson, 1868). Especie endémica de México. Sus individuos son de hábitos nocturnos y son muy llamativos por presentar una coloración blanquecina en la mayor parte de su cuerpo. Foto: Enrique Ramírez García.

degradación y destrucción del hábitat son las causas principales de la declinación de sus poblaciones (Twinh y Harding 1999, Baur *et al.* 2002, Holland 2009). En este sentido, se ha estimado que 58% del territorio estatal presenta un deterioro considerable de su calidad ecológica y que muy pocos sitios permanecen en un buen estado de conservación. Esto ha sido provocado principalmente por el cambio de uso del suelo, aumentando las coberturas agropecuarias y urbanas a expensas de las zonas forestales, de manera especial selvas (Gobierno del Estado de Colima 2010).

Considerando esto último y el hecho de que aparentemente la mayor diversidad de este grupo se localiza en el bosque tropical caducifolio (BTC) y subcaducifolio (BTS) de la entidad, la situación y estado de conservación de este grupo podría ser alarmante. Estos tipos de vegetación se distribuyen principalmente a lo largo de la vertiente del Pacífico en México y ambos presentan grados de alteración y tasas de deforestación muy altas.

El BTC cubre 8% del territorio nacional, y hasta 1990 sólo 27% permanecía como bosque intacto, mientras que el resto había sido alterado, de modo especial para desarrollar la agricultura y el pastoreo (Trejo y Dirzo 2000). El BTS cubre 4% del país y su grado de alteración es variable de acuerdo a la región, aunque en sitios en donde crece en suelos profundos quedan pocos lugares sin desmontar (Rzedowski 2006). Este escenario parece señalar que la situación y el estado de conservación de los cerambícidos en Colima está

lejos de ser óptima y que de continuar el deterioro de sus hábitats sus poblaciones declinarían hasta desaparecer en el estado.

Además, lo llamativo de muchas de las especies de este grupo de coleópteros ha hecho que sean muy estimadas por coleccionistas en todo el mundo, lo que ha creado un mercado de compra-venta de especímenes en el cual las especies más llamativas y raras son las más cotizadas. No hay datos que permitan estimar el efecto que este comercio podría tener sobre la diversidad del grupo, pero parece probable que la extracción selectiva de individuos de una especie podría tener efectos negativos en sus poblaciones a largo plazo.

## Conclusiones

La falta de conocimiento real de la situación y estado de conservación de este grupo en el estado hacen difícil el establecimiento de medidas adecuadas para su conservación. No obstante, y considerando su estrecha relación con bosques y selvas, la preservación de este tipo de ecosistemas aparentemente también aseguraría la de este grupo de organismos. Hay dos factores que podrían ayudar en este sentido: la elaboración y aplicación de un nuevo programa de ordenamiento ecológico territorial del estado (POET) (SEDESOL 2003) y el establecimiento de más áreas naturales protegidas en el mismo.

Respecto al nuevo programa, el POET vigente en el estado data de 1993, y aunque se han realizado adecuaciones al mismo, no es un instrumento que permita una adecuada regulación ambiental en la entidad. Además, y como se menciona en el Plan Estatal de Desarrollo de Colima 2009-2015, es necesaria la consolidación de una estructura sólida para proteger el medio ambiente, que se integre por un cuerpo técnico-administrativo capaz de afrontar con éxito el problema actual. De no ser así, el deterioro ecológico continuará y las presiones, no sólo sobre este grupo, sino sobre todos los ecosistemas del estado, serán cada vez mayores.

De todas las áreas naturales protegidas de Colima sólo en una parte de Cerro Grande, incluida en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, se protegen ecosistemas tropicales y, como ya fue mencionado, son los que mayor diversidad albergan en este grupo de insectos. Considerando lo anterior sería importante la creación de al menos una reserva que protegiera estos ecosistemas. En este sentido dos podrían ser regiones importantes a considerar: la región de Ixtlahuacán, localizada en el extremo oeste de la sierra de Coalcomán y el corredor Minatitlán-Manzanillo. El estudio de este grupo de organismos, así como los esfuerzos que se hagan para proteger su hábitat permitirá conocer y conservar su diversidad.

## Referencias

Baur, B., S. Zschokke, A. Coray, *et al.* 2002. Habitat characteristics of the endangered flightless beetle *Dorcadion fuliginator* (Coleoptera: Cerambycidae): implications for conservation. *Biological Conservation* 105:133-142.

Bezark, L.G. 2015. Checklist of the Oxypeltidae, Vesperidae, Disteniidae and Cerambycidae, (Coleoptera) of the Western Hemisphere. En: <*https://apps2.cdfa.ca.gov/publicApps/plant/bycidDB/checklists/WestHemiCerambycidae2015.pdf*>, última consulta: 27 de junio de 2015.

Holland, J.D. 2009. *Glycobius speciosus* (Say) (Coleoptera: Cerambycidae) has been extirpated from much of Midwestern U.S.A. *The Coleopterists Bulletin* 63(1):54-61.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010. Agricultura y vegetación de Colima. En: <*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825568405*>, última consulta: 7 de agosto 2015.

Linsley, E.G. 1961. The Cerambycidae of North America. Part I. Introduction. *University of California Publications in Entomology* 18:1-135.

Monné, M.A. 2015a. Catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of the Neotropical Region. Part I. Subfamily Cerambycinae. En: <*http://cerambyxcat.com/Part1_Cerambycinae.pdf*>, última consulta: 27 de junio de 2015.

———. 2015b. Catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of the Neotropical Region. Part II. Subfamily Lamiinae. En: <*http://cerambyxcat.com/Part2_Lamiinae.pdf* >, última consulta: 27 de junio de 2015.

———. 2015c. Catalogue of the Cerambycidae (Coleoptera) of the Neotropical Region. Part III. Subfamilies Lepturinae, Necydalinae, Parandrinae, Prioninae, Spondylidinae and Families Oxypeltidae, Vesperidae and Disteniidae. En: <*http://cerambyxcat.com/Part3_Lepturinae,Necydalinae,Parandrinae,Prioninae,Spondylidinae,Oxypeltidae,Vesperidae,Disteniidae.pdf*>, última consulta: 27 de junio de 2015.

Nearns, E.H., N.P. Lord, S.W. Lingafelter, *et al.* 2015. Longicorn ID: Tool for Diagnosing Cerambycoid Families, Subfamilies, and Tribes. The University of New Mexico and USDA APHIS PPQ Identification Technology Program (ITP). En: <*http://cerambycids.com/longicornid/default.asp?a=home*>, última consulta: 27 de junio de 2015.

Noguera, F.A. 2014. Biodiversidad de Cerambycidae (Coleóptera) en México. *Revista de Biodiversidad Mexicana.* Supl. 85:290-297.

———. 2015a. Cerambícidos en México. En: <*http://catalogo.cerambicidosmexico.net/#/searcher*>, última consulta: 27 de junio de 2015.

———. 2015b. LINBOS. Los insectos del bosque seco. En: <*http://catalogo.linbos.net/#/searcher?family=Cerambycidae&page=1&locality=Ixtlahuac%C3%A1n*>, última consulta: 27 de junio de 2015.

Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social. 2003. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT). Secretaría de Gobierno del Estado de Colima. Colima, México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:133-142.

Twinh, P.F.G. y P.T. Harding. 1999. *Provisional atlas of the longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae) of Britain.* Hutingdon: Biological Records Centre. Gran Bretaña.

ESTUDIO DE CASO

# ESCARABAJOS DE IXTLAHUACÁN (ELATEROIDEA)

Santiago Zaragoza-Caballero | Felipe A. Noguera
Enrique González-Soriano | Enrique Ramírez-García | M. L. Zurita-García

## Descripción

La superfamilia Elateroidea está integrada por 14 familias de escarabajos (Lawrence y Newton 1995) que poseen las siguientes características morfológicas, según Eisner *et al.* (1962):

**Cuerpo**: alargado y aplanado en sentido dorsoventral, cubierto por pequeños pelos o sedas, tamaño de entre 1.2 a 43 mm de largo, tegumento blando, coloración roja o amarilla con negro (considerados como colores aposemáticos o de advertencia).

**Cabeza**: en general más ancha que larga, parcial o totalmente cubierta por el pronoto (en lícidos y cantáridos florícolas alargada en un rostro), antenas separadas (en lampíridos cercanas en su inserción), filiformes, serradas o pectinadas (en fengódidos plumosas), con ojos reducidos o muy desarrollados, mandíbulas falcadas (en forma de hoz, en lícidos florícolas reducidas a dentículos), palpos maxilares y labiales con el último artejo en forma de hacha (en telegeúsidos muy largos).

**Tórax**: con pronoto semicircular semicuadrado o trapezoidal, más o tan ancho como los élitros, convexo, con o sin expansiones laterales, liso o carinado; escutelo de ordinario triangular, élitros largos o cortos (en *Phengodes* dehiscentes, en lícidos reticulados).

**Patas**: comprimidas; coxas anteriores y medias cónicas, las posteriores transversas, fórmula tarsal 5-5-5, uñas simples o dentadas.

**Abdomen**: generalmente con ocho segmentos en los machos, siete en las hembras (en los lampíridos nocturnos hay órganos luminosos en los segmentos 5-6); aparato reproductor masculino formado por tres lóbulos.

Los coleópteros elateroideos viven en bosques, sabanas y pastizales, entre los 100 a 2 500 msnm, no habitan las zonas polares ni altas montañas. Como adultos se les encuentra sobre el follaje o en las flores, donde algunos aprovechan las hojas, sépalos, pétalos o el polen para su alimentación, otros ya no se alimentan. Los adultos de este grupo sobreviven tres semanas en promedio, con excepción de lampíridos y fengódidos quienes duran activos pocos días e incluso los lícidos solamente algunas horas. Las hembras de fengódidos y telegeúsidos son neoténicas, es decir, alcanzan la etapa reproductiva con apariencia de larva. En general, como larvas, son activos depredadores de anélidos, moluscos o

Zaragoza-Caballero, S., F.A. Noguera, E. González-Soriano, E. Ramírez-García y M.L. Zurita-García. 2016. Escarabajos de Ixtlahuacán (Elateroidea). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 353-360.

larvas y adultos de pequeños insectos que viven en la hojarasca o bajo cortezas. En condiciones extremas se les encuentran hasta 20 cm de profundidad. Los cantáridos y lícidos de hábitos diurnos inician su actividad durante las primeras horas del día. La mayoría de lampíridos son nocturnos y su vuelo nupcial lo inician al atardecer. Los fengódidos y telegeúsidos son también de hábitos nocturnos y son atraídos a la luz. El amarillo, rojo y negro son colores aposemáticos o de advertencia que se combinan en una coloración mimética en el tegumento de cantáridos, lampíridos y lícidos; éstos adoptan esa coloración como medida defensiva al ataque de sus posibles depredadores.

Además de la anterior defensa, los elateroideos liberan sustancias tóxicas, repelentes, con olores desagradables que corresponden a ácidos acetilénicos, licídicos, glicéridos y alcaloides, o esteroides del tipo de las lucibufaginas liberadas junto con la hemolinfa a través de membranas o poros glandulares (Eisner *et al.* 1962, Moore y Brown 1981, Dettner 1987). En Michoacán, Jalisco y Colima, a las larvas de algunas especies de *Photuris* y *Bicellonycha* (lampíridos) se les conoce como "arlomos" o "ardores", y se comenta "si te pica este animalito, la carne se te pudre y se cae". Estas sustancias tienen efectos eméticos (que provocan vómito), en anfibios reptiles y aves, considerados los depredadores naturales de los coleópteros. Los fengódidos y lampíridos emiten señales luminosas con carácter defensivo, y de naturaleza sexual en el caso de los últimos.

## Diversidad y distribución

Según Lawrence y Newton (1995) la superfamilia Elateroidea está integrada por 14 familias de Coleoptera (Insecta), entre ellas se encuentran la Cantharidae (figura 1) (*kantharis*, vesicante, que produce ampollas); Lampyridae (figura 2) (*lampyris*, encendido, luminoso); Lycidae (figura 3) (*lycus*, lobo); Phengodidae (figura 4) (*phengos*, luz brillante) y Telegeusidae (figura 5) (*tele*, lejos y *guesis*, sensación de gustar), que integran los malacodermos de Latreille (1829) (malacos = blando y derma = piel), y los Cantharoidea de Crowson (1972).

La información de este grupo es escasa, por lo que, para el estado, se generó a partir de los trabajos de campo realizados en la región de Ixtlahuacán, entre abril de 2006 y febrero de 2007. Esta región se ubica en el sureste del estado, donde la comunidad vegetal dominante es el bosque tropical caducifolio (BTC). Los métodos de recolecta utilizados estuvieron basados en colectas directas, trampas de luz y trampas Malaise.

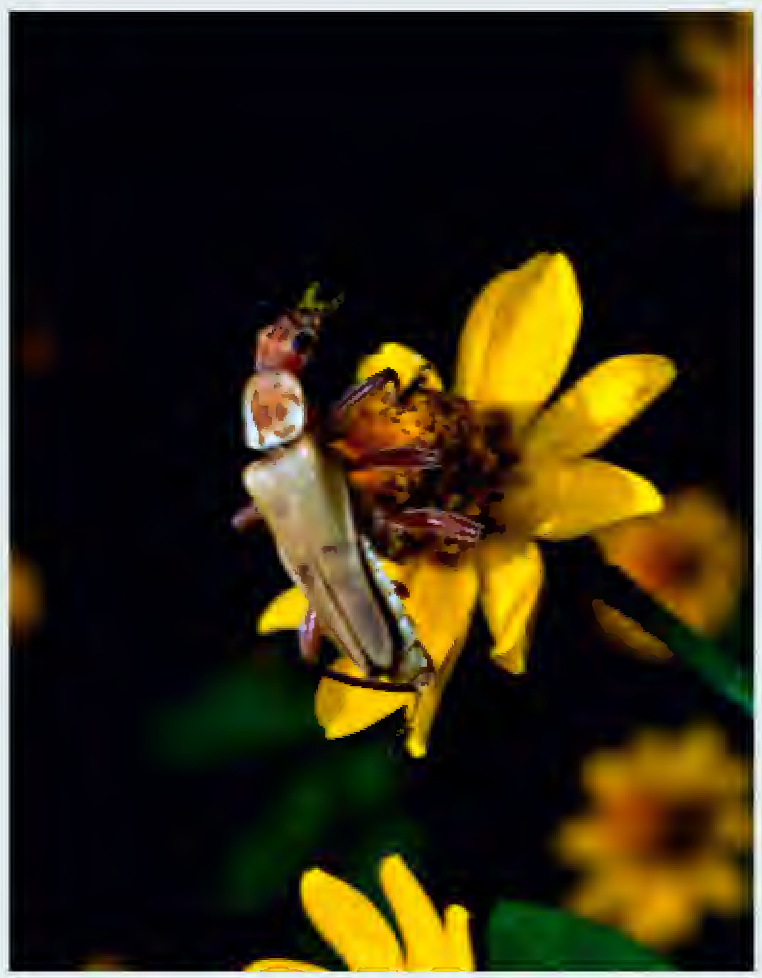


**Figura 1.** Coleóptero de la familia Cantharidae (*Chauliognathus forreri*). Foto: Santiago Zaragoza-Caballero.



**Figura 2.** Coleóptero de la familia Lampyiridae (*Photinus* sp.). Foto: Santiago Zaragoza-Caballero.



**Figura 3.** Coleóptero de la familia Lycidae (*Lycus loripes*). Foto: Santiago Zaragoza-Caballero.



**Figura 4.** Coleóptero de la familia Phengodidae (*Walterius caballeroae*). Foto: Santiago Zaragoza-Caballero.



**Figura 5.** Coleóptero de la familia Telegeusidae (*Telegeusis glessum*). Foto: Santiago Zaragoza-Caballero.

Las cinco familias de elateroideos aquí consideradas se distribuyen a nivel mundial en la franja comprendida entre los paralelos 48° norte y 38° sur. Hasta ahora se han descrito 416 géneros y 11 061 especies en el mundo, en América 171 géneros y 3 884 especies, y 79 géneros y 629 especies en México. Cantharidae, Lampyridae y Lycidae alcanzan una distribución mundial, en tanto Phengodidae y Telegeusidae sólo se encuentran en el continente americano. En los registros de Ixtlahuacán para Colima, la fauna de elateroideos era de dos géneros y tres especies (Zaragoza y endoza 1996), se tienen hasta ahora 23 géneros y 49 taxones (cuadro 1, apéndice 1), incluyendo un género y una especie nueva de Phengodidae, y una especie nueva de Telegeusidae. Otras 24

**Cuadro 1.** Diversidad de géneros y especies de coleópteros elateroideos del mundo, América, México y Colima. Fuente: elaboración propia.

| Familia | Géneros/ especies en el Mundo | Géneros/ especies en América | Géneros/ especies en México | Géneros/ especies en Colima | Especies endémicas de México/ Colima |
|---|---|---|---|---|---|
| Cantharidae | 138/5083 | 34/1634 | 19/223 | 6/30 | 153/0 |
| Lampyridae | 83/2000 | 58/1203 | 22/164 | 4/16 | 84/0 |
| Lycidae | 160/4600 | 48/820 | 23/168 | 4/9 | 101/0 |
| Phengodidae | 34/263 | 29/212 | 13/63 | 7/8 | 37/1 |
| Telegeusidae | 2/15 | 2/15 | 2/11 | 2/2 | 2/1 |
| Total | 416/11061 | 171/3884 | 79/629 | 23/65 | 377/2 |

especies que no han sido ubicadas entre las especies conocidas, posiblemente resulten nuevas.

El cuadro 1 compila información de: Kleine 1933, Blackwelder 1945, McDermott 1966, Delkeskamp 1977, Brancucci 1980, Zaragoza-Caballero 1984, 1986, 1989, 1993, 1995*a*, 1995*b*, 1996*a*, 1996*b*, 1996*c*, 1998, 1999*a*, 1999*b*, 2000*a*, 2000*b*, 2001, 2002, 2003*a*, 2003*b*, 2005, 2007, 2008*a*, 2008*b*, 2008*c*, Zaragoza-Caballero y Mendoza-Ramírez 1996 y Zaragoza-Caballero y Rodríguez-Vélez 2011.

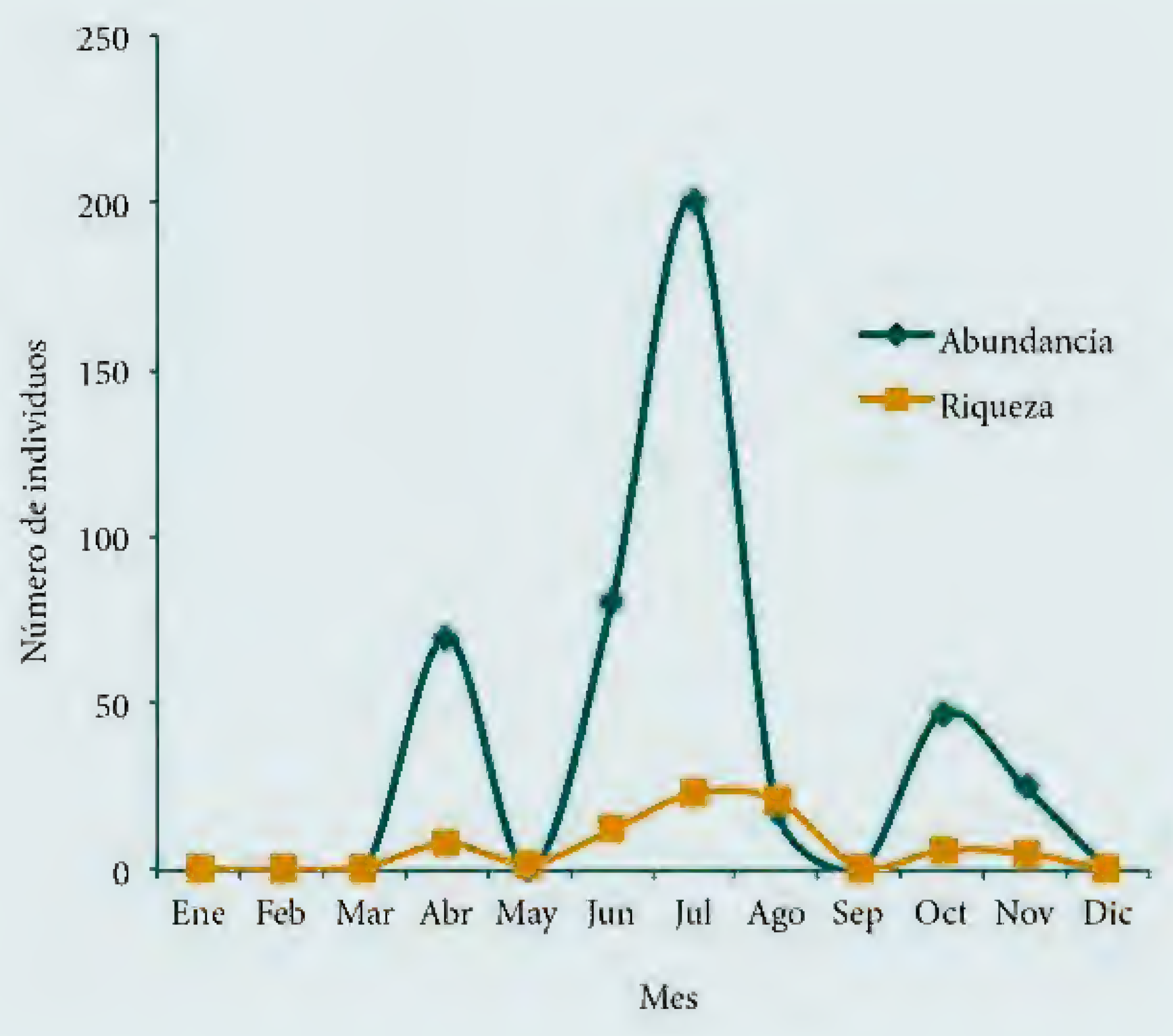



**Figura 6.** Distribución temporal de elateroideos, con datos de las colectas (2006-2007). Fuente: elaboración propia.

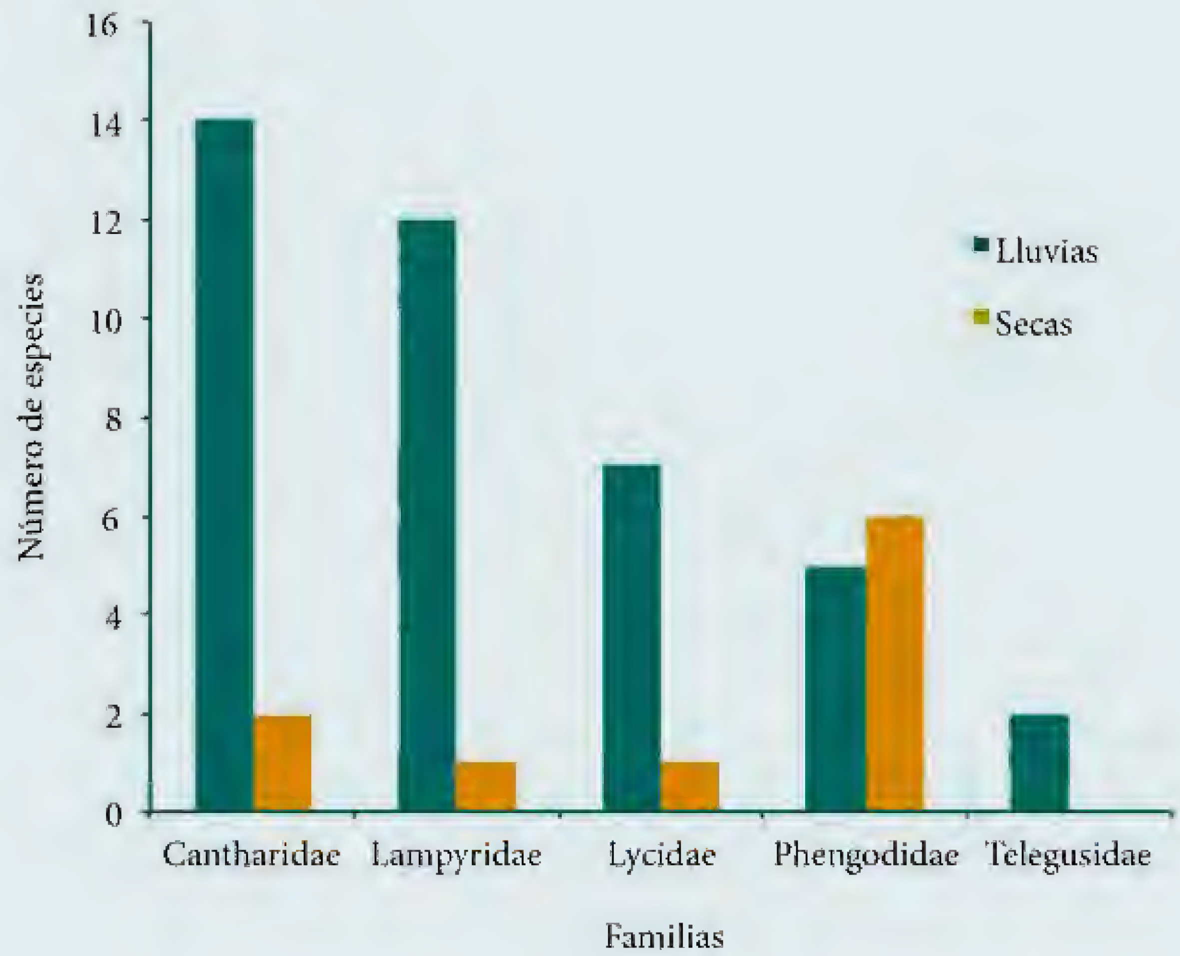



**Figura 7.** Riqueza de elateroideos, con datos de las colectas (2006-2007). Fuente: elaboración propia.

Se tienen antecedentes de la presencia de 17 especies de cantaroideos, sin embargo, de la región de Ixtlahuacán no se tenía ningún registro.

Los datos de 859 ejemplares recolectados corresponden a 49 especies en 23 géneros (apéndice 1). La presencia de estos escarabajos sigue el patrón temporal en abundancia y riqueza de muchos grupos de insectos; de los 859 ejemplares recolectados 748 corresponden a los meses lluviosos (figura 6). Cantáridos, lampíridos, lícidos y telegeúsidos son más abundantes y diversos en la temporada de lluvias. En general resultaron particularmente más numerosos los lampíridos (419) y cantáridos (317), le siguen fengódidos (99), lícidos (13) y telegeúsidos (11). Las especies más abundantes fueron: *Chauliognathus forreri* (Cantharidae) de julio a agosto, con 221 ejemplares; y *Bicelonycha amoena* (Lampyridae) de julio a octubre, con 155 (figuras 7 y 8).

La representación de 13 lícidos y 11 telegeúsidos no es suficiente como para marcar una presencia bien definida, aunque *Plateros rocioae* (Lycidae) fue más frecuente en julio y agosto, y de *Telegeusis glessum* (Telegeusidae) se recolectaron siete ejemplares entre junio-octubre (temporada lluviosa) y dos en meses secos. Por otro lado, durante la época de secas se recolectaron en total 111 ejemplares. Destaca *Paraptorthodius* sp. (Phengodidae) presente mayoritariamente con 58 individuos en abril (figuras 7 y 8).

## Conclusiones

Varios son los estados del centro y norte del país que no han sido estudiados de manera formal, los registros que se tienen han sido ocasionales. Para Colima se tenía conocimiento de 1, 3 y 13 registros de lícidos, lampíridos y cantáridos, respectivamente; de fengódidos y telegeúsidos no se sabía nada hasta el presente estudio.

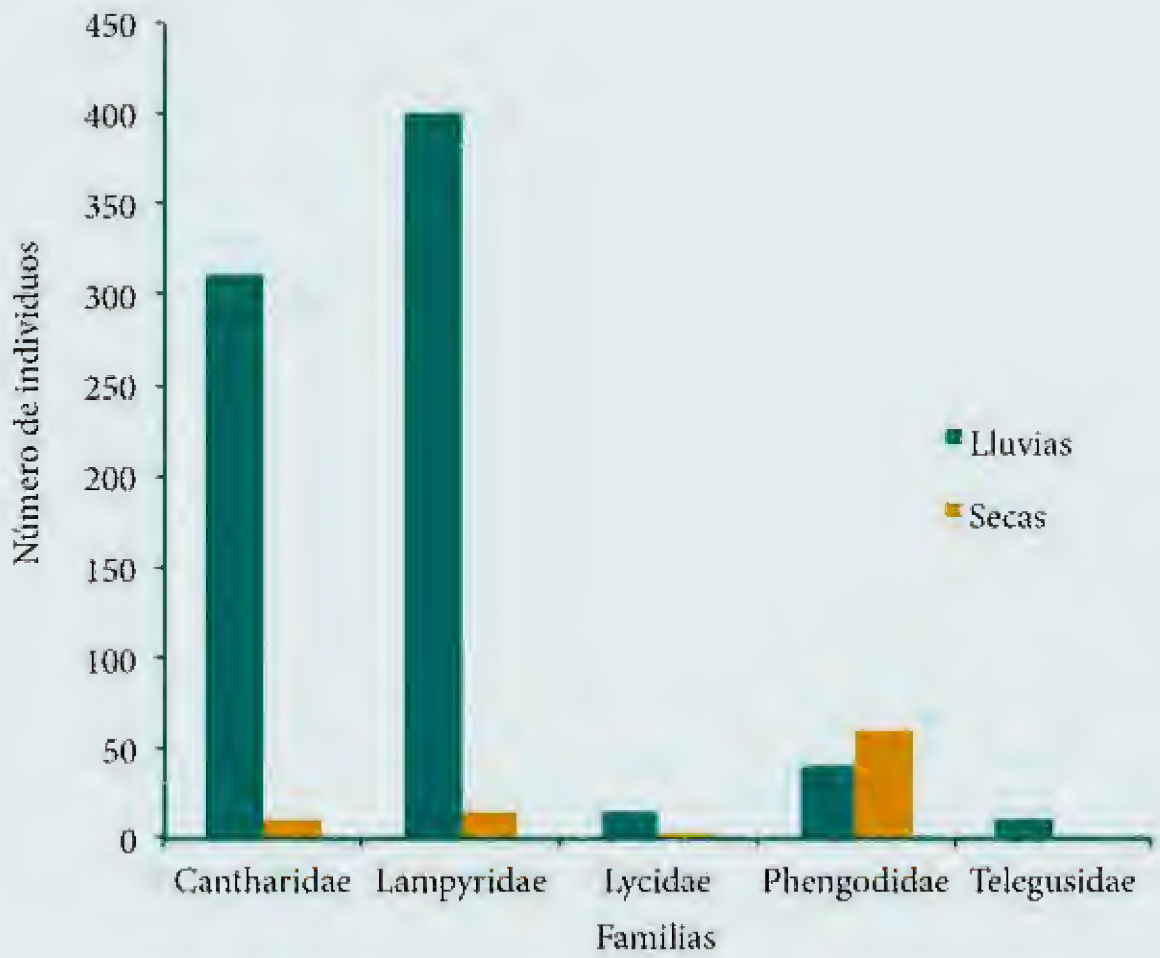



**FIGURA 8.** Abundancia de elateroideos, con datos de las colectas (2006-2007). Fuente: elaboración propia.

Los registros de 22 géneros y 49 especies, en una pequeña parte de Colima, son un estímulo para llevar a cabo más estudios que incrementen el conocimiento de este grupo de organismos; además, se debe considerar que *Walterius caballeroae* y *Pseudotelegeusis jiliotupensis* son especies únicas de Colima y las morfoespecies enlistadas en el apéndice 1 problablemente sean también únicas para el estado, por lo que los estudios de la diversidad de esta superfamilia en Colima son necesarios para su conocimiento y conservación.

## Referencias

Blackwelder, R. 1945. Checklist of the Coleopterous insects of México, Central America, the West Indies and, South America. Par. 3, *Bulletin of the United States National Museum* 185: 343-350.

Brancucci, M. 1980. Morphologie comparée, évolution et Systematique des Cantharidae (Insecta: Coleóptera). *Entomologica Basiliensia* 5:215-388.

Crowson, P. 1972. A review of the classification of Cantharoidea (Coleoptera), with the definition of two new families, Cneoglossidae and Omethidae. *Revista de la Universidad de Madrid* 21(82):35-77.

Delkeskamp, K. 1977. *Coleopterorum Catalugus, Supplementa.* J.A. Wilcox (ed.). Pars 165, Fasc. 1. Cantharidae. Dr. W. Junk. Publishers, The Hague.

Dettner, K. 1987. Chemosystematics and evolution of beetle chemical defenses. *Annual Review of Entomology* 32:17-48.

Eisner, T.F., C. Kafatos y E.G. Lynnsley. 1962. Lucid predation by mimetic adult Cerambycidae (Coleóptera). *Evolution* 16:316-324.

Kleine, R. 1933. *Coleopterorum Catalogus.* Lycidae, Pars 128, Lycidae. W. Junk. Berlin.

Latreille, P.A. 1829. *Les crustacés, les arachnides et les insectes, distribués en famille naturelles, ouvrage formant les tomes 4 et 5 celui de M. le Baron Cuvier sur le Règne animal* (deuxième edition), vol. 1. París.

Lawrence, J.F. y A.F. Newton Jr. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). *Bio-*

*logy, phylogeny, and classification of Coleoptera. Papers celebrating the 80th birthday of Roy A. Crowson.* Pakaluk J. y S.A. Slipinski (eds). Museum i Instytut Zoologii PAN, Varsovia, Polonia, pp. 779-1006.

McDermott, F.A. 1966. *Coleopterorurn catalogus suplementa. Pars 9, Lampyridae.* O. Steel (ed.). W. Junk, Holand, pp. 1-149.

Moore, B.P. y W.V. Brown. 1981. Identification of the warning odour components, bitter principles ans antifeedants in an aposematic beetle *Metriorhynchus rhipidium* (Coleoptera: Lycidae). *Insect Biochemistry* 15:493-499.

Zaragoza-Caballero, S. 1984. Catálogo de la familia Phengodidae (Coleóptera). *Anales del Instituto Biología UNAM, Serie Zoología* 55(1):307-324.

———. 1986. El género *Distremocephalus* Wittmer en México (Coleoptera: Phengodidae). *Anales del Instituto Biología UNAM, Serie Zoología* 56(1):189-202.

———. 1989. La familia Phengodidae en Los Tuxtlas Veracruz, México. *Anales del Instituto Biología UNAM, Serie Zoología* 59(1):77-98.

———. 1993. Descripción de especie nueva y registros nuevos del género *Pyropyga* (Coleóptera: Lampyridae: Photinini) de México. *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología* 64(2):139-151.

———. 1995*a*. *La familia Lampyridae (Coleóptera) en la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México.* Publicaciones especiales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

———. 1995*b*. Descripción de ocho especies nuevas de *Photinus* (Coleóptera: Lampyridae, Photinini) de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 66:1-21.

———. 1996*a*. Cantharoidea (Coleóptera) de Mexico. II. Lycinae de Veracruz. *Folia Entomológica Mexicana* 95:23-84.

———. 1996*b*. Especies nuevas de *Cratomorphus* (Coleóptera: Lampyridae, Photinini) de México. *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología* 67(2):319-329.

———. 1996*c*. Cantharoidea de México. Nuevas especies de *Photinus*. *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología* 67(1):123-149.

———. 1998. Especies nuevas de *Pseudoplateros* (Coleóptera: Lycidae: Platerodini). *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología* 69(2): 217-224.

———. 1999*a*. Cantharoidea (Coleóptera) de México. El género *Plateros* Bourgeois (Lycidae: Erotinae: Platerodini). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 78:1-71.

———. 1999*b*. Especie nueva de *Paraptorthodius* (Coleóptera: Phengodidae: Mastinocerini) de Querétaro, México. *Anales del Instituto Biología UNAM, Serie Zoología* 70(1):35-39.

———. 2000*a*. Cantharoidea (Coleóptera). IV. Nuevos *Photinus* (Lampyridae) del estado de Morelos. *Dugesiana* 7:1-17.

———. 2000*b*. Cantharoidea (Coleóptera). VI. Un nuevo género y una nueva especie de Lampyridae del estado de Morelos. *Dugesiana* 7:19-22.

———. 2001. Especies y registros nuevos de *Tytthonyx* (Coleóptera: Cantharidae: Tytthonyxini) de México. *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología* 72(1):89-104.

———. 2002. Cantharoidea of México. V. New species of *Pleotomus* LeConte (Coleóptera): Lampyridae: Pleotomini. *Reichenbachia Staatliches Museum für Tierkunde Dresden* 34(40):325-332.

———. 2003*a*. Cantharoidea (Coleóptera) de México. VII. Nuevos *Lygistopterus* Dejean (Lycidae: Calochrominae). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 89:1-16.

———. 2003*b*. Nuevas especies de *Phengodes* y *Cenophengus* (Phengodidae: Coleoptera) de la Estación de Biología, Chamela, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología* 74(2):153-162.

———. 2005. Nuevas especies de *Photinus* (Coleóptera: Lampyridae: Photinini) de Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 44 (supl. 1):75-82.

———. 2007. A new species of *Photinus* (Coleoptera: Lampyridae: Photinini) from Jalisco, México, with comments on intraspecific aedeagal variability and a key to the species of subgenus *Paraphotinus*. *Zootaxa* 1437:61-67.

———. 2008a. Nueva especie de *Pseudotelegeusis* (Coleóptera: Telegeusidae) del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79(2):369-372.

———. 2008b. Dos géneros y tres especies nuevos de Penicillophorinae (Coleóptera: Phengodidae) de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79(2):363-368.

———. 2008c. C*enophengus* en México (Coleóptera: Phengodidae: Mastinocerinae) descripción de cuatro nuevas especies. *Dugesiana* 15(2):153-158.

Zaragoza-Caballero, S. y B. Rodríguez-Vélez. 2011. Five new species of *Telegeusis* Horn, 1895 (Coleoptera: Telegeusidae) from México, with a key to the species. *Zootaxa* 2917:59-68

Zaragoza-Caballero, S. y A. Mendoza-Ramírez. 1996. Malacodermata (Coleóptera). En: J. Llorente-Bousquets, A.N. García-Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México*. IBUNAM, México, pp. 353-368.

ESTUDIO DE CASO

# COLEÓPTEROS DE CERRO GRANDE, MINATITLÁN (PASSALIDAE, SCARABAEIDAE, MELOLONTHIDAE, TROGIDAE Y SILPHIDAE)

Edith García-Real | Luis Eugenio Rivera-Cervantes
Juan Carlos García-Montiel | Miguel Ángel Morón

## Descripción

Las familias Melolonthidae, Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Silphidae, pertenecen al orden Coleoptera de la clase Insecta. Las especies de las familias Melolonthidae, Scarabaeidae y Trogidae son conocidos como mayates, gallinas ciegas y escarabajos estercoleros o toritos. Estos coleópteros se alimentan de follaje, flores y raíces de numerosas plantas, o con excrementos y restos animales o vegetales en descomposición (Morón 1984). Las especies de Passalidae son llamados brocas o ticocos; consumen madera podrida y aceleran la degradación de los troncos hasta reintegrarlos al suelo en forma de humus, rico en fósforo, nitrógeno, potasio y sodio (Reyes-Castillo 2002). Los coleópteros de la familia Silphidae son también llamados escarabajos enterradores y se alimentan principalmente de carroña (Navarrete-Heredia y Fierros-López 2000).

## Diversidad y distribución

Los estudios ecológicos, taxonómicos, biogeográficos, etológicos, y sobre biodiversidad de estas especies en México, han ido en aumento durante las últimas tres décadas (Morón *et al.* 1997). La intrincada orografía y la variedad de ambientes naturales en una amplia zona de transición, han favorecido la presencia de numerosos escarabajos con distribución restringida o exclusiva (endemismos). Entre los datos más recientes destaca la riqueza de pasálidos, al ser México el país con el mayor número de géneros, 21 a nivel mundial, y el segundo en especies con 83 (Reyes-Castillo *et al.* 2006). Morón (2006*a, b*) señala la presencia de dos géneros y 204 especies endémicas de Scarabaeidae, y de 25 géneros y 671 especies endémicas de Melolonthidae. La familia Silphidae está representada en México por 11 especies de cuatro géneros (Navarrete-Heredia y Fierros-López 2000) y los Trogidae reúnen dos géneros con 27 especies (Deloya 2003) (cuadro 1).

La revisión bibliográfica realizada en Colima señala la presencia de tres especies de pasálidos, con la posibilidad de que existan otras dos (Reyes-Castillo 2002), por la cercanía de dichas especies en el límite con Jalisco (Rivera-Cervantes com. pers.); 26 especies de Scarabaeidae; 54 especies de Melolonthidae (Morón, 2003 y García-Montiel *et al.* 2003); dos especies de Trogidae (Deloya 2003); y ningún registro de Silphidae (cuadro 2).

García-Real, E., L.E. Rivera-Cervantes, J.C. García-Montiel y M.A. Morón. 2016. Coleópteros de Cerro Grande, Minatitlán (Passalidae, Scarabaeidae, Melolonthidae, Trogidae y Silphidae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 361-365.

**Cuadro 1.** Riqueza de escarabajos lamelicornios y sílfidos en México. Fuente: elaboración propia.

| Familia | Géneros | Especies |
|---|---|---|
| Scarabaeidae | 64 | 462 |
| Melolonthidae | 1 19 | 1 147 |
| Passalidae | 21 | 83 |
| Trogidae | 2 | 27 |
| Silphidae | 4 | 11 |
| Total | 210 | 1730 |

A partir de la creación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán en 1987, investigadores de la Universidad de Guadalajara, con el apoyo de investigadores del Instituto de Ecología, A.C. y del Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, Puebla, iniciaron el inventario de escarabajos en el área de Cerro Grande, dentro de los municipios de Minatitlán y Comala, en Colima.

Los muestreos sistemáticos mensuales se complementaron con algunas colectas esporádicas, empleando: necrotrampas cebadas con calamar o pescado en descomposición, coprotrampas con excremento humano, trampas de luz fluorescente y ultravioleta, y colecta manual directa en los sustratos preferidos por estos escarabajos. Los sitios de colecta incluyeron desde el bosque tropical subcaducifolio de las comunidades de Ranchitos y Platanarillo, hasta los bosques de pino-oyamel, mesófilo de montaña y encino subperennifolio del ejido El Terrero, lo que comprende una altura entre los 700 y 2 300 msnm.

En el presente estudio se capturaron más de 2 500 especímenes, los que fueron ubicados en 37 géneros y 72 morfoespecies (apéndice 1). Las familias mejor representadas son Melolonthidae y Scarabaeidae, con 20 y 14 géneros, respectivamente, mientras que sólo se encontró un género de Passalidae y uno de Trogidae. Se registraron por primera vez para Colima dos géneros y tres especies de Silphidae (cuadro 2), una de ellas *Nicrophorus olidus* (figura 1).

Debido a que la región reúne comunidades de tipo tropical en los sitios con menor altitud y asociaciones propias de las montañas en las partes más elevadas, se propician los fenómenos de transición ecológica y biogeográfica, lo cual se refleja en varios grupos animales y vegetales. Un primer análisis de

**Cuadro 2.** Escarabajos lamelicornios y sílfidos registrados en el estado. Fuente: elaboración propia.

| Familias | Colima | | Cerro Grande | |
|---|---|---|---|---|
| | Géneros | Especies | Géneros | Especies |
| Scarabaeidae | 14 | 26 | 14 | 33 |
| Melolonthidae | 18 | 54 | 19 | 34 |
| Passalidae | 2 | 3 | 1 | 1 |
| Trogidae | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Silphidae | 0 | 0 | 2 | 3 |
| Totales | 35 | 85 | 37 | 72 |

las muestras indica que 55% de los géneros de escarabajos presentes en Cerro Grande tienen orígenes neotropicales y 20% tiene relaciones con la fauna neártica, mientras que 25% puede considerarse como diversificado en la Zona de Transición Mexicana. Nueve de las 72 especies estudiadas pueden considerarse como endemismos de montañas y valles situados entre Colima y Jalisco, como lo es *Phyllophaga mesophila* (figura 2) y 12 géneros citados por primera ocasión para Colima (apéndice 1).

## Amenazas y conservación

Es importante señalar que gracias a la protección y manejo que se está realizando en el área de Cerro Grande, dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlan, aún es posible encontrar especies xilófagas (que se alimentan de madera) cuando están en etapa de larva, desempeñando un papel relevante en la degradación de la madera de árboles muertos o tocones y reincorporando los nutrientes al ecosistema. Tal es el caso de *Parabyrsopolis chihuahuae* (figura 3) y *Paraheterosternus ludeckei* (figura 4), aspecto que no es tan común en otras áreas de México donde la sobreexplotación forestal y los incendios forestales, principalmente, los hacen muy vulnerables y cada vez más escasos.

En las áreas con presencia de ganado vacuno los escarabajos coprófagos son abundantes y diversos, como *Dichotomius amplicollis* (figura 5), lo que permite la rápida eliminación del excremento sobre la superficie; esto favorece la fertilización del suelo forestal, la aireación del mismo y evita la proliferación de moscas que pueden ser transmisoras de graves enfermedades, tanto al ganado como al hombre. Sin embargo, algunas especies de la familia Melolonthidae son señaladas como dañinas por algunos pobladores, principalmente quienes tienen huertos de durazno, ya que indican que *Golofa imperialis* causa daños a los frutos debido a sus hábitos alimenticios (figura 6).

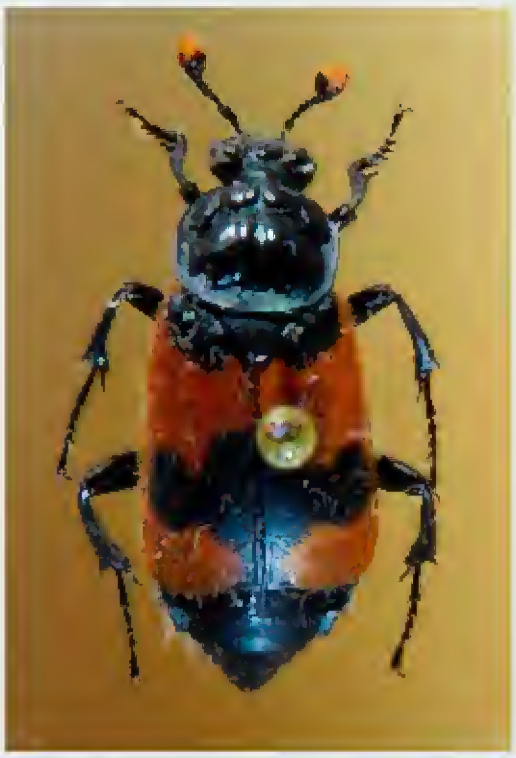


**Figura 1.** Primer registro del coléoptero de la familia Silphidae: *Nicrophorus olidus*, para Colima. Foto: Miguel Ángel Morón.

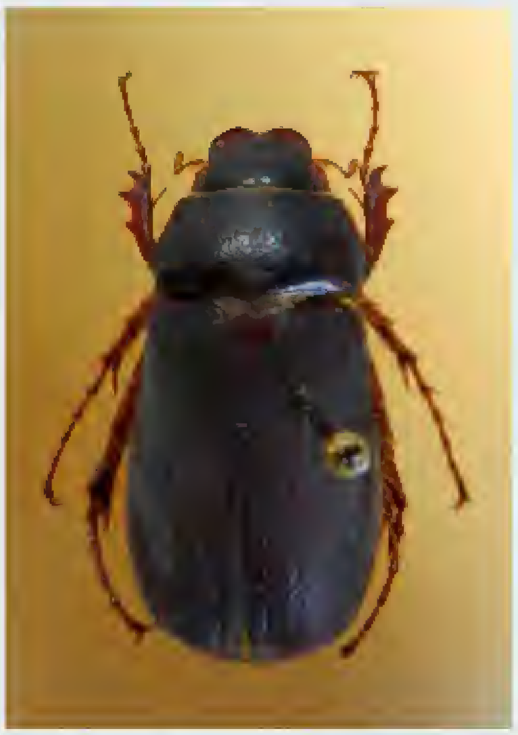


**Figura 2.** Coléoptero endémico de las montañas y valles situados entre Colima y Jalisco (*Phyllophaga mesophila*). Foto: Miguel Ángel Morón.



**Figura 3.** Coléopteros xilófagos como *Parabyrsopolis chihuahuae* se alimentan de madera, degradándola de árboles muertos. Foto: Miguel Ángel Morón.





**Figura 4.** Coléoptero xilófagos presente en la sierra de Manantlán (*Paraheterosternus ludeckei*). Foto: Miguel Ángel Morón.

**Figura 5.** Los coléopteros coprófagos como *Dichotomius amplicollis* favorecen la fertilización y aireación de los suelos forestales de Colima. Foto: Miguel Ángel Morón.

## Conclusiones

Los resultados del presente estudio justifican la necesidad de nuevos estudios faunísticos en la región para lograr un inventario completo y preciso de los coleópteros lamelicornios y sílfidos de Colima, así como la necesidad de crear nuevas áreas protegidas en las regiones fuera de Cerro Grande y que aún conservan parte de su vegetación original en buen estado. Los estudios permitirán un mayor conocimiento y conservación de la diversidad de estas importantes especies de insectos.



**Figura 6.** El coléoptero *Golofa imperialis* ha sido reportado como causante de daños a huertos de durazno en Colima. Foto: José Rodríguez García.

## Referencias


Deloya, C. 2003. Familia Trogidae. En: *Atlas de los escarabajos de México. Coleóptera. Llamellicornia. Vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae*. M.A. Morón (ed.). Argania Editio, Barcelona, pp. 125-133.

García-Montiel, J.C., L.E. Rivera-Cervantes y M.A. Morón. 2003. Composición y abundancia estacional de los Melolonthidae nocturnos (Insecta: Coleoptera), asociados a un bosque mesófilo de montaña en el municipio de Minatitlán, Colima, México. En: *Estudios sobre coleópteros del suelo en América*. G.A. Aragón, M.A. Morón y A. Marín J. (eds.). Publicación especial de la Benemérita Uni-

versidad Autónoma de Puebla (BUAP), México, pp. 115-127.

Morón, M.A. 1984. *Escarabajos. 200 millones de años de evolución*. Publicación 14. Instituto de Ecología.

———. 2003. *Atlas de los escarabajos de México. Coleóptera: Lamellicornia. Vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae*. Argania Edition, Barcelona.

———. 2006*a*. Patrones de distribución de la familia Scarabaeidae (Coleóptera). En: *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*. J.J. Morrone y J. Llorente Bousquets (eds.). Las Prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, pp. 271-293.

———. 2006*b*. Patrones de distribución de la familia Melolonthidae (Coleóptera). En: *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*. J.J. Morrone y J. Llorente Bousquets (eds.). Las Prensas de Ciencias, UNAM. México, pp. 295-331

Morón, M.A., B.C. Ratcliffe y C. Deloya. 1997. *Atlas de los escarabajos de México. Coleóptera: Llamellicornia. Vol. I Familia Melolonthidae*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad (CONABIO)/Sociedad Mexicana de Entomología, A.C.

Navarrete-Heredia, J.L. y H.E. Fierros-López. 2000. Silphidae (Coleóptera). En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. II. J. Llorente Bousquets, E. González-Soriano y N. Papavero (eds.). UNAM/CONABIO/BAYER, pp. 401-412.

Reyes-Castillo, P. 2002. Passalidae. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. II. J. Llorente Bousquets, E. González-Soriano y N. Papavero (eds.). UNAM/CONABIO/BAYER, pp. 467-483

Reyes-Castillo, P., C.V. Rojas-Gómez y H. Vázquez. 2006. Patrones de distribución de la familia Passalidae (Coleóptera). En: *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*. J.J. Morrone y J. Llorente Bousquets (eds.). Las Prensas de Ciencias, UNAM. México, pp. 237-270.

# Mariposas diurnas (Rhopalocera)

Isabel Vargas-Fernández
Andrew D. Warren
Armando Luis-Martínez
Jorge E. Llorente-Bousquets

## Descripción

El orden Lepidoptera comprende a las mariposas diurnas y nocturnas, cuya característica principal es tener las alas cubiertas de escamas y presentar las partes bucales modificadas en una espiritrompa que le sirve para succionar líquidos. Son insectos que presentan metamorfosis completa. Después del apareamiento las hembras depositan sus huevos, de los cuales emergen larvas que se alimentan y pasan por varios estadios en los que crecen por medio de mudas, hasta transformarse en un estado de "descanso". Esta fase, en la que ocurren cambios que dan lugar a la reorganización celular y de tejidos y del que emerge finalmente al adulto, ocurre en la pupa o crisálida (CONABIO 2015).

El suborden Rhopalocera incluye aquellas mariposas que presentan antenas con extremidad en forma de maza o clava (figura 1A), esto es, ensanchado en la punta. Se les llama también mariposas diurnas por volar durante el día, aunque esta última característica no es exclusiva del grupo (Robert *et al.* 1983). Este suborden está integrado por las superfamilias Hesperioidea y Papilionoidea; la segunda de ellas presenta la maza antenal recta y el cuerpo es delgado en proporción a las alas, mientras que en Hesperioidea la maza es curvada, a menudo formando un pequeño gancho distal, además el tórax siempre es ancho en proporción con las alas (Ehrlich y Ehrlich 1961).



Vargas-Fernández, I., A.D. Warren, A. Luis-Martínez y J.E. Llorente-Bousquets. 2016. Mariposas diurnas (Rhopalocera). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 366-375.

## Superfamilia Hesperioidea

Este grupo está representado por la familia (única) Hesperiidae. Presentan la maza de la antena de forma curvada (figura 1Aa) y las venas radiales de las alas anteriores sin ramificaciones (figura 1B). El tórax generalmente es robusto y musculoso, a menudo su coloración es poco llamativa y predominan los colores oscuros como el café y el negro. Los adultos presentan un vuelo muy poderoso, rápido y con saltos, cerca del piso; por lo general trazan círculos amplios a partir del lugar donde se encuentran posadas y regresan al mismo sitio (Maza 1987). Las larvas se alimentan de muchas familias de plantas, son lisas o a veces están adornadas con pelos finos, algunas tienen 'cuernos' y cola. Las pupas son simples en cuanto a forma, pueden presentar 'cuernos' en la cabeza y otras una gran proboscis.

## Superfamilia Papilionoidea

Este grupo a veces es llamado "verdaderas mariposas" y con frecuencia presenta un vuelo menos poderoso que el de las hesperioideas. Esta superfamilia está representada por cinco familias: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Riodinidae y Lycaenidae, cuyas características se mencionan a continuación, con base en Ehrlich y Ehrlich 1961 y Scott 1986.

### Familia Papilionidae

En general son grandes; en los adultos las seis patas son del mismo tamaño y presentan una epífisis tibial en el primer par de patas o protorácicas, los segmentos cervicales están unidos debajo del cuello (figura 1Ca). En las alas posteriores presentan una vena anal bien desarrollada y en las anteriores la vena $A_2$ corre libremente hacia el margen posterior (figura 1B). Las larvas se alimentan de varias familias de dicotiledóneas, carecen de espinas o cuernos pero detrás de la cabeza presentan un osmaterium u órgano carnoso que es eversible, en forma de Y o V, con una glándula que emite un olor repugnante que se utiliza como defensa (figura 1D). Las pupas varían en forma y en muchos casos hibernan.

### Familia Pieridae

Es una familia de mariposas de tamaño mediano; el primer par de patas está completamente desarrollado en ambos sexos; las uñas tarsales son bífidas (figura 1Cb), esto es, que presentan un diente interior. Es la única familia en la que está ausente la barra preespicular presente en otros grupos en la base del abdomen (figura 1E). Los colores predominantes en las alas son blanco, amarillo o naranja. Las larvas se alimentan de muchas dicotiledóneas, especialmente Cruciferae y Leguminosae. Son cilíndricas y cubiertas con 'pelo' corto. Las pupas son verticales, sostenidas por el cremaster (elemento que une la pupa con el techo del que cuelga) y por un cordón de seda alrededor de la mitad de su cuerpo.

### Familia Nymphalidae

Son mariposas de diversos tamaños, el primer par de patas en ambos sexos es reducido y en su mayoría está cubierto con pelos o escamas modificadas (figura 1Cc). Las larvas varían en forma y se alimentan de diferentes familias de plantas; las pupas nunca presentan un cordón de seda, se sujetan por medio de un cremaster o proceso como espina o gancho al final del abdomen, por medio del cual se sostienen a un sustrato (figura 1F).

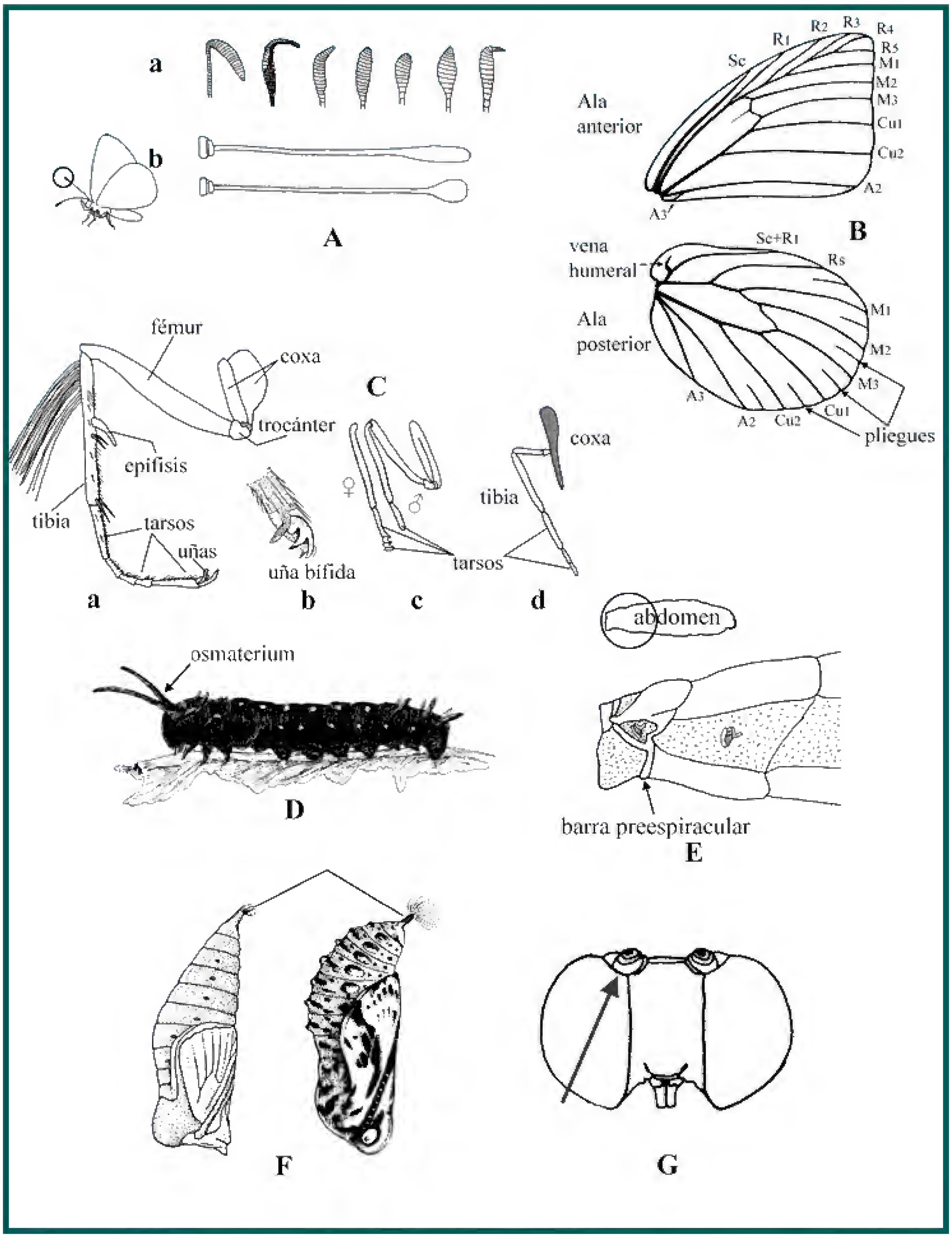



**Figura 1.** A. Mazas antenales y antenas de adultos. a) La mazas en la parte superior corresponden a las hespéridas; b) las antenas son completas en el resto de familias, en diurnas. Fuente: esquemas modificados de Scott 1986. B. Ala generalizada de una mariposa ilustrando la venación: la nomenclatura utilizada es: Sc = subcostal, Sc + R1 = subcostal + radial 1; R1, 2,…n corresponden a las radiales; M1, 2,…n a las medianas, Cu1 y Cu2 a las cubitales y A1 y A2 a las anales. La vena humeral está indicada en el ala posterior. Fuente: esquema modificado de Howe 1975. C. Patas y sus segmentos. Fuente: modificado de Scott 1986, excepto en b) que se tomó de Ackery *et al.* 1999. a) Esquema generalizado de la pata; la epífisis indicada está presente en papiliónidas; b) uña bífida, presente en piéridas; c) primer par de patas en ninfálidas, indicando las diferencias en los dos sexos ♂ (machos) y ♀ (hembras); d) primer par de patas en riodínidas, enfatizando el apéndice en la coxa. D. Osmaterium presente en larvas de papiliónidas. Fuente: Ehrlich y Ehrlich 1961. E. Barra preespiracular (ausente en piéridas). Fuente: modificado de Scott 1986. F. Cremaster, en dos especies de ninfálidas. Fuente: esquema tomado de Howe 1975. G. Ojo emarginado a la antena, en una vista de frente de la cabeza de una licénida. Fuente: modificado de Ehrlich y Ehrlich 1961.

## Familia Riodinidae

Son de tamaño pequeño a mediano y se identifican por la longitud de las patas anteriores en los machos, que es menor a la mitad de la longitud de los otros dos pares. El primer segmento de la pata llamado coxa (figura 1Cd), que es el segmento basal que va articulado al tórax y presenta poco movimiento, se extiende como una espina más allá de la unión con el resto de la pata. Las alas posteriores generalmente presentan la vena humeral y la costal (Sc) evidentes (figura 1B). Las larvas se alimentan de muchas dicotiledóneas y presentan cabezas amplias y 'pelos' no muy cortos en el cuerpo. A veces las especies de zonas templadas hibernan. Las pupas son menos redondeadas que en Lycaenidae.

## Familia Lycaenidae

Son de tamaño pequeño a mediano. Muchas especies presentan colores metálicos o iridiscentes; su cara es una superficie plana entre los ojos y éstos son emarginados en las antenas (figura 1G). El primer par de patas en machos por lo general son reducidas en tamaño, mientras que en las hembras están más largas. Las larvas se alimentan de dicotiledóneas, frecuentemente de las flores y frutos jóvenes. Las larvas más viejas tienen apariencia de 'babosas' y están cubiertas con una capa fina de 'pelo'.

Las estrategias de la historia de vida en cada especie de mariposa tienden a representar un uso óptimo de los recursos y sus características particulares muestran cómo influyen en su medio ambiente y demuestran que sus necesidades de recursos y tendencias están dirigidas hacia la especialización. Un ejemplo de lo anterior es que muchas larvas son herbívoras y pueden alimentarse de diferentes tipos de plantas, pero muchas otras se alimentan sólo de un tipo de planta (New 1991).

Las llamadas mariposas diurnas o ropalóceros (Hesperioidea y Papilionoidea), representan 13% del total a nivel mundial del orden Lepidoptera. En México se estima que existen 1 749 taxones específicos monotípicos (más 245 subespecies), 10 de los cuales aún no han sido descritos, ni reciben un nombre. México contiene 9.1% de las especies descritas de las Papilionoidea y Hesperioidea de todo el mundo, en comparación con la síntesis de Shields (1989).

Warren *et al.* (1998), hicieron una recopilación sobre el conocimiento que se tenía de la distribución geográfica de los ropalóceros del estado, basándose en los registros tanto de la megabase MARIPOSA (Luis *et al.* 2005) como de la literatura. En este trabajo se citaron 544 especies y se mencionó que en la literatura existen pocos trabajos referentes a la fauna de mariposas del estado. De acuerdo con los registros de la megabase de datos MARIPOSA, las principales colecciones mexicanas que alojan material del estado son las custodiadas por la UNAM, el Museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la Facultad de Ciencias y la Colección del Instituto de Biología; así como varias colecciones de los Estados Unidos de América: McGuire Center for Lepidoptera and Biodiversity (Gainesville, Florida), Museo Americano de Historia Natural (Nueva York), Museo Carnegie de Historia Natural (Pittsburgh, PA), Museo del Condado de Los Ángeles y Museo de Historia Natural de San Diego. Este último contiene alrededor de mil ejemplares de aproximadamente unas 120 especies de papilionoideos de más de 20 localidades de Colima.

## Diversidad y distribución

Los ropalóceros en México están representados por seis familias y 1 749 especies, presentándose en Hesperiidae la mayor diversidad, con 790 taxones específicos, siguiendo en orden de importancia: Nymphalidae, Lycaenidae, Riodinidae y, por último, Pieridae y Papilionidae (cuadro 1). De acuerdo con Luis *et al.* (2003), esta diversidad se debe a dos factores principales: el primero es la posición de México en un área de convergencia tectónica denominada Zona de Transición Mexicana (Halffter 1976), donde confluyen las regiones Neártica y Neotropical; y el segundo factor es que México tiene una situación extratropical-intertropical con varias cadenas montañosas que generan amplia variedad de climas, así como muchos tipos de vegetación (Morrone *et al.* 1999).

Con base en los estudios previos de Warren *et al.* (1998) y Llorente *et al.* (2006), la riqueza de Rhopalocera registrada en Colima es de 544 especies (apéndice 1), lo que corresponde a 31.1% del



**Figura 2.** Algunas especies endémicas de México presentes en Colima. A. *Protographium agesilaus fortis* (Rothschild y Jordan 1906); B. *Pterourus garamas garamas* (Geyer 1829); C. *Battus philenor insularis* (Vázquez 1957); D. *Catonephele cortesi* (R.G. Maza 1982); E. *Hypna clytemnestra mexicana* (A. Hall 1917); F. *Fountainea eurypyle glanzi* (Rotger, Escalante y Coronado 1965); G. *Archaeoprepona demophoon mexicana* (Llorente, Descimon y K. Johnson 1993); H. *Anartia fatima colima* (Lamas 1995). Fotografías: A y B tomadas por Paul Spade; C, D, E, F, G y H tomadas por Omar Ávalos Hernández en el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM (MZFC).

total nacional y a 2.8% del total mundial. Si se comparan los porcentajes con los de otros estados de la vertiente del Pacífico: Nayarit (30.7% y 2.8%), Jalisco (37.5% y 3.4%) y Michoacán (39.8% y 3.6%), respectivamente, podemos decir que Colima es un estado rico, tomando en cuenta que la superficie de estos tres es de: 5, 14 y 10 veces, respectivamente, la superficie de Colima (figura 2).

**Cuadro 1.** Riqueza de subfamilias, géneros y especies en el mundo, en México y en Colima. Fuente: elaboración propia con información de Shields 1989, Ackery *et al.* 1999, Llorente *et al.* 2006 y Warren *et al.* 2008.

| | Subfamilias | Géneros | Especies |
|---|---|---|---|
| **Mundo**[1] | | | |
| Papilionidae | 3 | 26 | 572 |
| Pieridae | 4 | 75 | 1 222 |
| Lycaenidae | 4 | 500 | 6 564 |
| Riodinidae | 4 | 213 | * |
| Nymphalidae | 10 | 350 | 7 222 |
| Hesperiidae | 7 | 567 | 3 658 |
| Total | 32 | 1 731 | 19 238 |
| **México**[2] | | | |
| Papilionidae | 2 | 10 | 48 |
| Pieridae | 3 | 35 | 77 |
| Lycaenidae | 3 | 81 | 244 |
| Riodinidae | 2 | 55 | 178 |
| Nymphalidae | 10 | 130 | 412 |
| Hesperiidae | 4 | 238 | 790 |
| Total | 24 | 549 | 1 749 |
| **Colima**[3] | | | |
| Papilionidae | 2 | 9 | 29 |
| Pieridae | 3 | 22 | 37 |
| Lycaenidae | 2 | 39 | 66 |
| Riodinidae | 2 | 21 | 48 |
| Nymphalidae | 10 | 67 | 138 |
| Hesperiidae | 3 | 116 | 226 |
| Total | 22 | 274 | 544 |

* Incluido en Lycaenidae
1. Ackery *et al.* (1999) *y Shields* (1989)
2. Llorente *et al.* (2006)
3. Warren *et al.* (2008)

A pesar de ser un estado pequeño, en Colima existen áreas sin registro alguno o poco exploradas, como el centro y sureste. Hasta donde se sabe hay tres sitios principales de mayor riqueza de especies que se localizan al noreste del estado.

La ciudad de Colima es el sitio con mayor riqueza de especies, con 270 registradas, el segundo y tercero son Platanarillos y Agua Dulce, con 241 y 216, respectivamente, estudiados por Warren *et al.* 1998 y Vargas *et al.* 1999 (cuadro 2).

Sólo existen dos especies de la familia Hesperiidae endémicas a Colima: *Zobera albopunctata* y *Urbanus* sp.; sin embargo, el estado geográficamente está dentro del área que Llorente (1984) definió como una isla, circunscrita al área de la Nueva Galicia, la cual se encuentra delimitada al sur por la depresión del Balsas, al norte por el desierto de Sonora, al poniente por la Sierra Madre Occidental y al oriente por el océano Pacífico. Este aislamiento ha propiciado en esta región la presencia de especies endémicas, principalmente asociadas a los bosques mesófilos de media montaña (1200-1800 msnm).

Con base en los datos de Llorente *et al.* (2006), se elaboró el cuadro 3 en el que están listados los taxones endémicos a la región (de Sinaloa a Michoacán), y en el cual se aprecian tres grupos principales de taxones, uno cuya distribución más austral es Colima (grupo 1), el segundo (grupo 2) cuya distribución alcanza el estado de Michoacán y un tercero que se distribuye desde Nayarit hasta Guerrero. En Colima se presenta 17% de las especies endémicas a México, un porcentaje importante si se considera que es el cuarto estado de menor superficie del país, pero que se halla en una zona biogeográfica importante.

**Cuadro 2.** Localidades de mayor riqueza. Fuente: Luis *et al.* 2005, con datos basados en la megabase MARIPOSA.

| | Localidad | Especies |
|---|---|---|
| 1 | Ciudad de Colima, 500 msnm | 270 |
| 2 | Platanarillos, 900 msnm | 241 |
| 3 | Agua Dulce, 600 msnm | 216 |
| 4 | Comala, 600 msnm | 147 |
| 5 | La Salada, 400 msnm | 144 |
| 6 | Manzanillo, 0-30 msnm | 128 |
| 7 | El Salto, 200 msnm | 121 |
| 8 | Punta de Agua de Camotlán, 100 msnm | 117 |
| 9 | Paso Ancho, 100 msnm | 116 |
| 10 | 2 km al oeste de Chandiablo, 150 msnm | 113 |

**Cuadro 3.** Taxones, a nivel específico, restringidos a la franja latitudinal de Sinaloa a Michoacán. Fuente: elaboración propia con datos de Llorente *et al.* 2016, Luis *et al.* 2005 y datos de la megabase MARIPOSA.

| Grupo | Taxón | Distribución | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sonora | Sinaloa | Nayarit | Jalisco | Colima | Michoacán | Guerrero |
| 1 | *Battus philenor insularis* | | | | | • | | |
| — | *Calephelis sacapulas* | | | | • | • | | |
| — | *Chlosyne e. endeis* | | | • | • | • | | |
| — | *Pereute charops leonilae* | | • | • | • | • | | |
| — | *Adelotypa eudocia* | • | • | | • | • | | |
| 2 | *E•oplisia azuleja* | | | | • | • | • | |
| — | *Texola a. anomalus* | | | | • | • | • | |
| — | *Diaethria asteria* | | | • | • | • | • | |
| — | *Protographium epidaus tepicus* | | • | • | • | • | • | |
| — | *Dismorphia amphione lupita* | | • | • | • | • | • | |
| 3 | *Symbiopsis* n. sp. | | | • | | • | • | • |
| — | *Anastrus luctuosus* | | | • | • | • | • | • |

## Importancia

Las mariposas han sido utilizadas como un taxón ejemplar para explicar fenómenos ecológico-evolutivos tales como migración, mimetismo y coevolución, entre otros. Las características de las mariposas que facilitan ese tipo de estudios, de acuerdo con Watt y Boggs (2003) son: ser diurnas, conspicuas, fitófagas obligadas, que su demografía puede ser analizada en los contextos funcional y ecológico y, en general, el amplio conocimiento que se tiene sobre su historia natural.

Desde el punto de vista taxonómico cobra igual importancia este grupo, como se observa en el caso particular de *Baronia brevicornis* (presente en Colima), cuya distribución se encuentra restringida a los bosques tropicales caducifolios de los estados de la Vertiente Pacífica de México, de Jalisco hasta Chiapas. Este es un taxón muy importante, pues de acuerdo con Watt y Boggs (2003), es un grupo clave para efectuar un análisis comprensible de la sistemática de las mariposas, por tratarse de un taxón basal y necesario para efectuar reconstrucciones filogenéticas. Sin embargo, su rareza lo hace vulnerable a la extinción e incrementa su valor y la urgencia de un estudio sistemático como un candidato primario para acciones de conservación.

Las mariposas han adquirido además el estatus de grupo indicador en el tema de biología de la conservación y en biodiversidad, esto es debido a su susceptibilidad a las alteraciones en su nicho físico y biótico, por consiguiente, muchas especies han sido usadas en decisiones prácticas de manejo del suelo y para entender los factores generales que controlan la riqueza de especies y el endemismo (Watt y Boggs 2003).

## Conclusiones

Se han mencionado la reducción y la pérdida del hábitat como las causas principales de las extinciones locales en las mariposas. La conservación de la vegetación o su deterioro constituye el problema principal que afecta directamente a las poblaciones de estos insectos y a su distribución. La mayoría de las especies en su etapa larvaria son fitófagas y, de acuerdo con New (1991), muchas de ellas tienen requerimientos ecológicos precisos que responden a cambios particulares en los parámetros de su hábitat. Debido a que se desarrollan en ambientes con cierto grado de conservación, la primera acción urgente para conservar este grupo de insectos es evitar la destrucción de sus habitats, preservando la vegetación original, aunque esto constituye un problema mayor si se toma en cuenta que existen una serie de problemas de tipo social y económico.

Asimismo, los problemas más importantes con las políticas de conservación de las mariposas en el estado podrían ser los relacionados con la urbanización, además de otros determinados por la influencia humana y quizá, en algunos casos, por los fenómenos naturales que afectan las zonas costeras.

Las leyes ambientales federales y estatales contemplan ciertas acciones para la conservación de los recursos naturales, enfocándose a menudo más en la flora que en la fauna local. Aunque en Colima no existe un programa de protección

específico que incluya a las mariposas, es importante mencionar que las leyes ambientales del estado (SEMARNAT 2008*a*), contemplan acciones como la elaboración de programas de manejo técnico de forestación, reforestación y restauración con especies nativas. A niveles municipales, en Colima se realizaron, en 2007, jornadas de reforestación de espacios comunitarios (SEMARNAT 2008*b*). Indirectamente, acciones como esa coadyuvan a la conservación de la fauna asociada a tales zonas urbanas, como es el caso de las mariposas. Por otra parte, también contribuye a la conservación de este grupo la legislación en materia de impacto ambiental que regula los cambios de uso del suelo en terrenos forestales y exige que se realicen estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, entre otras acciones de protección ambiental (SEMARNAT 2008*c*).

Es claro que existe una legislación y algunos programas de protección para Colima, aunque también existen problemas para su ejecución, pero lo importante es que en la medida que éstos se desarrollen de manera adecuada, habrá mejores oportunidades de conservación para las poblaciones de mariposas.

## Agradecimientos

Al proyecto de DGAPA PAPIIT IN 202415. Al biólogo Francisco López González de la SEMARNAT por proporcionar la información sobre temas ambientales de Colima. Al M. en C. Omar Ávalos Hernández quien amablemente accedió a tomar las fotografías necesarias de los ejemplares.

## Referencias

Ackery, P.R., R. de Jong y R.I. Vane-Wright. 1999. The Butterflies: Hedyloidea, Hesperioidea and Papilionoidea. En: Lepidoptera, Moths and Butterflies. Vol. I. Evolution, Systematics and Biogeography. Kristensen, N.P. (ed.). *Handbuch der Zoologie* 4(35):1-487.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2105. Naturalista. En: <*http://conabio.inaturalist.org/taxa/47157-Lepidoptera*>, última consulta: 16 de junio de 2015.

Ehrlich, P.R. y A.H. Ehrlich. 1961. *How to know the butterflies*. Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa, EUA.

Halffter, G. 1976. Distribución de los insectos en la zona de transición mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomológica Mexicana* 35:1-64.

Howe, W.H. 1975. *The butterflies of North America*. Doubleday & Company, Inc. Nueva York, EUA.

Llorente-Bousquets, J. 1984. Sinopsis sistemática y biogeográfica de los Dismorphiinae de México con especial referencia del género *Enantia* Huebner (Lepidoptera: Pieridae). *Folia Entomológica Mexicana* 58:1207.

Llorente-Bousquets, J., A. Luis-Martínez e I. Vargas-Fernández. 2006. Apéndice general de Papilionoidea: Lista sistemática, distribución estatal y provincias biogeográficas. En: *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana*, Vol. II. Morrone, J.J. y J. Llorente Bousquets (eds.). Las Prensas de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D.F.

Luis, A., J. Llorente, I. Vargas y A.D. Warren. 2003. Biodiversity and biogeography of mexican butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 105(1):209-224.

Luis, M.A., J. Llorente e I. Vargas. 2005. Una megabase de datos de mariposas de México y la regionalización biogeográfica. En: *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines: Primeras Jornadas Biogeográficas* RIBES. J. Llorente y J.J. Morrone (eds.). Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.

Maza, R.R. 1987. *Mariposas mexicanas*. FCE. México.

Morrone, J.J., D. Espinosa, C. Aguilar y J.B. Llorente. 1999. Preliminary classification of the Mexican biogeographic provinces: a parsimony analysis of endemicity based on plant, insect and bird taxa. *Southwestern Naturalist* 44(4):508-515.

New, T.R. 1991. *Butterfly conservation.* Oxford University Press. Australia.

Robert, J.H., A. Escarré, T. García y P. Martínez. 1983. Lepidópteros Ropalóceros, sus plantas nutricias y su distribución geográfica en la provincia de Alicante. En: *Fauna Alicantina IV*. Cuadernos de la Fauna Alicantina, Instituto de Estudios Alicantinos, Serie II, Número 20, 435 pp.

Scott, J.A. 1986. *The butterflies of North America*. A natural history and field Guide. Stanford University Press. California, EUA.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008*a*. Delegación Colima. En: *http://www.semarnat.gob.mx/estados/colima/Pages/colima.aspx*>, última consulta: 6 de agosto de 2015.

——— . 2008*b*. Delegación Colima. Noticias. En: <*http://saladeprensa.semarnat.gob.mx/index.php/noticias*>, última consulta: 6 de agosto de 2015.

———. 2008*c*. Delegación Colima. Temas Ambientales. Forestales y Suelos. En: *http://www.semarnat.gob.mx/estados/colima/temas/Paginas/forestalesy-suelos.aspx*>, última consulta: 6 de agosto de 2015.

Shields, O. 1989. World numbers of butterflies. *Journal Lepidopterists' Society* 43(3):178-183.

Vargas, I., J. Llorente y A. Luis. 1999. Distribución de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) de la sierra de Manantlán (250-1650 msnm) en los estados de Jalisco y Colima. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología,* UNAM 11:1-153.

Warren, A.D., I. Vargas-Fernández, A. Luis-Martínez y J. Llorente-Bousquets. 1998. Butterflies of the state of Colima, México. *Journal of the Lepidopterists' Society* 52(1):40-72.

Warren, A.D., J.R. Ogawa y A.V.Z. Brower. 2008. Phylogenetic relationships of subfamilies and circumscription of tribes in the family Hesperiidae (Lepidoptera: Hesperioidea). *Cladistics* 24(5): 642-676.

Watt, W.B. y C.L. Boggs. 2003. Synthesis: Butterflies as model systems in ecology and evolution, present and future. En: *Butterflies: ecology and evolution taking flight*. C.L. Boggs, W.B. Watt y P.R. Ehrlich (eds.). The University of Chicago Press. Chicago.

# Polillas esfinge
(Sphingidae)

Manuel A. Balcázar-Lara

## Descripción

La familia Sphingidae es un grupo de lepidópteros cuya característica sobresaliente es el tamaño de su probóscide (espiritrompa), la que usan para libar (chupar néctar) en flores con forma de trompeta. Estos organismos tienen tamaños de medianos a muy grandes, con cuerpos robustos, alas anteriores subtriangulares grandes y alas posteriores comparativamente pequeñas (Lemaire y Minet 1999; figura 1).

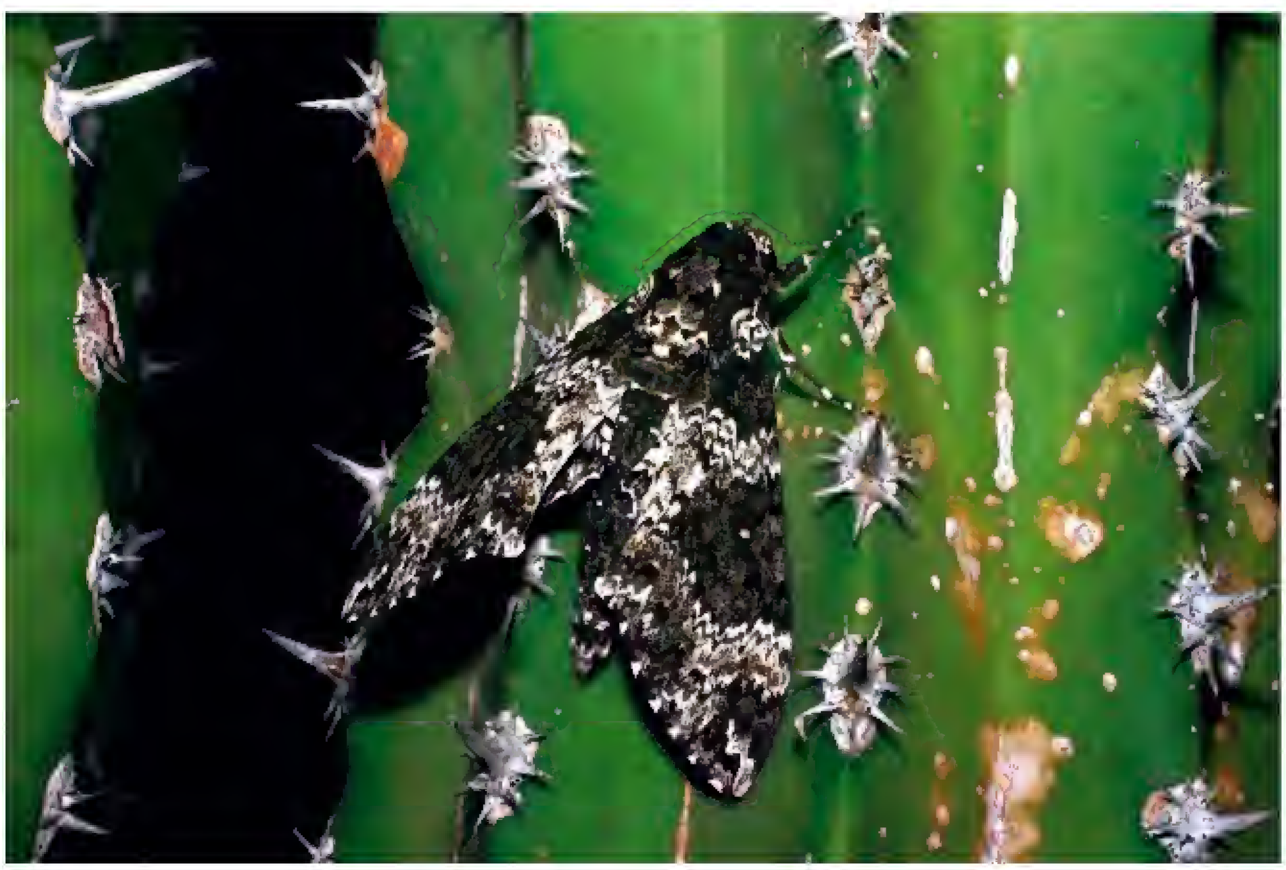


Figura 1. Lepidóptero de la familia Sphingidae (*Manduca r. rustica*). Foto: Manuel A. Balcázar Lara.

Balcázar-Lara, M.A. 2016. Polillas esfinge (Sphingidae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 376-381.

En el caso de las especies del género *Cocytius* de Colima, los individuos llegan a medir más de 20 cm de largo. La gran mayoría son de hábitos nocturnos pero algunas son crepusculares y otras son exclusivamente diurnas. Las esfíngidas se encuentran entre los insectos con vuelo más rápido y muchas revolotean como colibríes, varias especies son migratorias.

En las alas posteriores, las venas Rs y Sc se conectan mediante una vena transversal (R1) a la mitad de la celda discal (Hodges 1971, León-Cortés 2000); para sincronizar el movimiento de las alas generalmente presentan frénulo y retináculo (estructuras que soportan las alas). Las antenas son anchas, pero en muchos géneros se adelgazan gradualmente hasta terminar en punta.

Los huevos son de tipo aplanado, ovoides o elipsoidales, y sin ornamentaciones. Las larvas generalmente tienen una espina o botón (scolus) en la mitad dorsal del octavo segmento, de donde toman el nombre común de "gusanos de cuerno". Las larvas pueden ser muy grandes y alcanzan los 14 cm de largo. Muchas tienen una coloración críptica (imita al medio), pero otras tienen el abdomen ornamentado con bandas laterales oblicuas o manchas ocelares laterodorsales. Algunas, como *Hemeroplanes triptolemus* imitan serpientes. Las larvas suelen erguir la parte anterior al ser molestadas, debido a esta posición se les dio el nombre de "esfinges".

Numerosas especies se alimentan de plantas que contienen alcaloides (como la familia del café, Rubiaceae), o látex (familia de la noche buena, Euphorbiaceae), o cristales de oxalato de calcio (como la vid, Vitaceae). Las esfíngidas pupan en el suelo desnudas (Rothschild y Jordan 1903, Hodges 1971, Lemaire y Minet 1999, León-Cortés 2000). Los machos suelen ser más pequeños y con abdómenes más delgados que las hembras. Las antenas de los machos se ven más anchas que las de las hembras por la presencia de filas de sedas (Holloway 1987, León-Cortés 2000).

Entre los lepidópteros, la familia Sphingidae es de los grupos mejor conocidos desde el punto de vista de su taxonomía y ecología, ya que ha sido ampliamente recolectado por aficionados y está bien representado en las colecciones científicas. La cantidad de información acumulada sobre las esfíngidas las convierte en un excelente candidato para realizar estudios de biodiversidad; sin embargo, como es el caso de la mayoría de los insectos, la información está dispersa en un gran número de revistas y obras especializadas. Actualmente no existe un catálogo específico para el estado. Algunos antecedentes históricos en la descripción de las esfíngidas en Colima incluyen las realizadas para dos taxones de las islas Revillagigedo, así como la descripción de Clark en 1926 de *Erinnyis obscura socorroensis* y aquella realizada en 1959 por Vázquez para *Perigonia lusca continua*.

## Diversidad y distribución

Existen alrededor de 1 200 especies de esfíngidas en el mundo, distribuidas en aproximadamente 200 géneros y tres subfamilias. La fauna de esfíngidas en México está constituida por 195 especies, en 50 géneros, lo cual representa 18% del total mundial (León-Cortés 2000).

Hasta la fecha se han registrado 54 especies de 20 géneros en Colima, lo cual representa 29% del

total de especies para México (apéndice 1). Mediante el modelado de la distribución de especies de esfíngidas se ha predicho que la fauna en Colima puede estar constituida por 89 especies (46% del total para México) (Urueta y Balcázar 2003). Esto sólo se podrá comprobar al colectar sistemáticamente en las áreas menos conocidas del estado. Los datos disponibles ubican a Colima entre las entidades más ricas, al considerar la relación especie por área.

Esta familia tiene una distribución mundial, pero es especialmente diversa en las regiones tropicales. Varias especies tienen una distribución muy amplia, por ejemplo *Agrius cingulatus* es prácticamente cosmopolita (León-Cortés 2000). En Colima pueden encontrarse esfíngidas en cualquier parte de su territorio, siendo varias especies comunes a ambientes urbanos, donde son atraídas por las luces. Sin embargo, existe un patrón claro en cuanto al número de especies presentes en el estado, en la zona norte, los lugares con elevaciones medias y medias-altas y con alta diversidad de formaciones vegetales muestran los índices de riqueza más altos. En contraparte, las zonas costeras cuentan con un menor número de especies (Urueta y Balcázar 2003).

Aunque la mayor parte de las esfíngidas de Colima tienen una amplia distribución, siete taxones son endémicos de México: *Eumorpha elisa* (figura 2), *Dolbogene igualana*, *Manduca lefeburii bossardi*, *Nannoparce balsa*, *Nannoparce poeyi haterius* (figura 3), *Erinnyis obscura socorroensis* y *Perigonia lusca continua*. Las últimas dos se encuentran entre las esfíngidas con la distribución más restringida del país, ya que su área de distribución sólo abarca las islas Revillagigedo.



**Figura 2.** Lepidóptero de la familia Sphingidae endémico de México y presente en Colima (*Eumorpha elisa*). Foto: Manuel A. Balcázar Lara.



**Figura 3.** Lepidóptero de la familia Sphingidae endémico de México y presente en Colima (*Nannoparce poeyi haterius*). Foto: Manuel A. Balcázar Lara.

## Importancia

Las esfíngidas en su estado larvario consumen gran cantidad de materia vegetal, por lo que contribuyen a regular el tamaño de las poblaciones de plantas, también son el alimento de numerosos grupos de organismos insectívoros. En su estado adulto se alimentan de néctar y son importantes polinizadores de plantas que florecen de noche, entre ellas: orquídeas, cactus, leguminosas y miembros de la familia del café.

Cinco especies de esfíngidas reconocidas como plagas agrícolas en México están presentes en Colima: la mariposita chupamirto de la yuca (*Erinnyis ello*), el gusano de cuerno del maíz (*Hyles lineata*), el gusano de cuerno del jitomate (*Manduca quinquemaculata*) y el gusano de cuerno del tabaco (*M. sexta*) (Beutelspacher y Balcázar 1999).

Este grupo ha sido la base de numerosos estudios ecológicos, zoogeográficos y de biología evolutiva. Debido a su importancia económica se ha investigado el control de sus poblaciones (León-Cortés 2000).

Su gran tamaño, ciclo de vida relativamente corto y el hecho de que varias especies se pueden mantener en cautiverio, hacen que este grupo de mariposas nocturnas sea utilizado en estudios de anatomía, fisiología, embriología, toxicología, etcétera.

## Amenazas y conservación

Como es el caso para la mayor parte de los insectos, la principal amenaza para la conservación de las esfíngidas es la destrucción de la vegetación nativa, la tala y la fragmentación de selvas y bosques; esto puede llevar a la extinción local o regional a los taxones más susceptibles o especializados (New y Collins 1991).

Además, es bien sabido que las poblaciones insulares suelen ser especialmente sensibles a cambios del hábitat (Howarth y Ramsay 1991). Al respecto se conoce la presencia de especies invasoras en las islas Revillagigedo, las cuales amenazan la sobrevivencia de *Erinnyis obscura socorroensis* y *Perigonia lusca continua,* directamente por depredación (por ejemplo gatos ferales, ratas, etc.) o indirectamente al eliminar sus plantas de alimentación y microambientes necesarios para completar su ciclo de vida (efecto de los borregos introducidos).

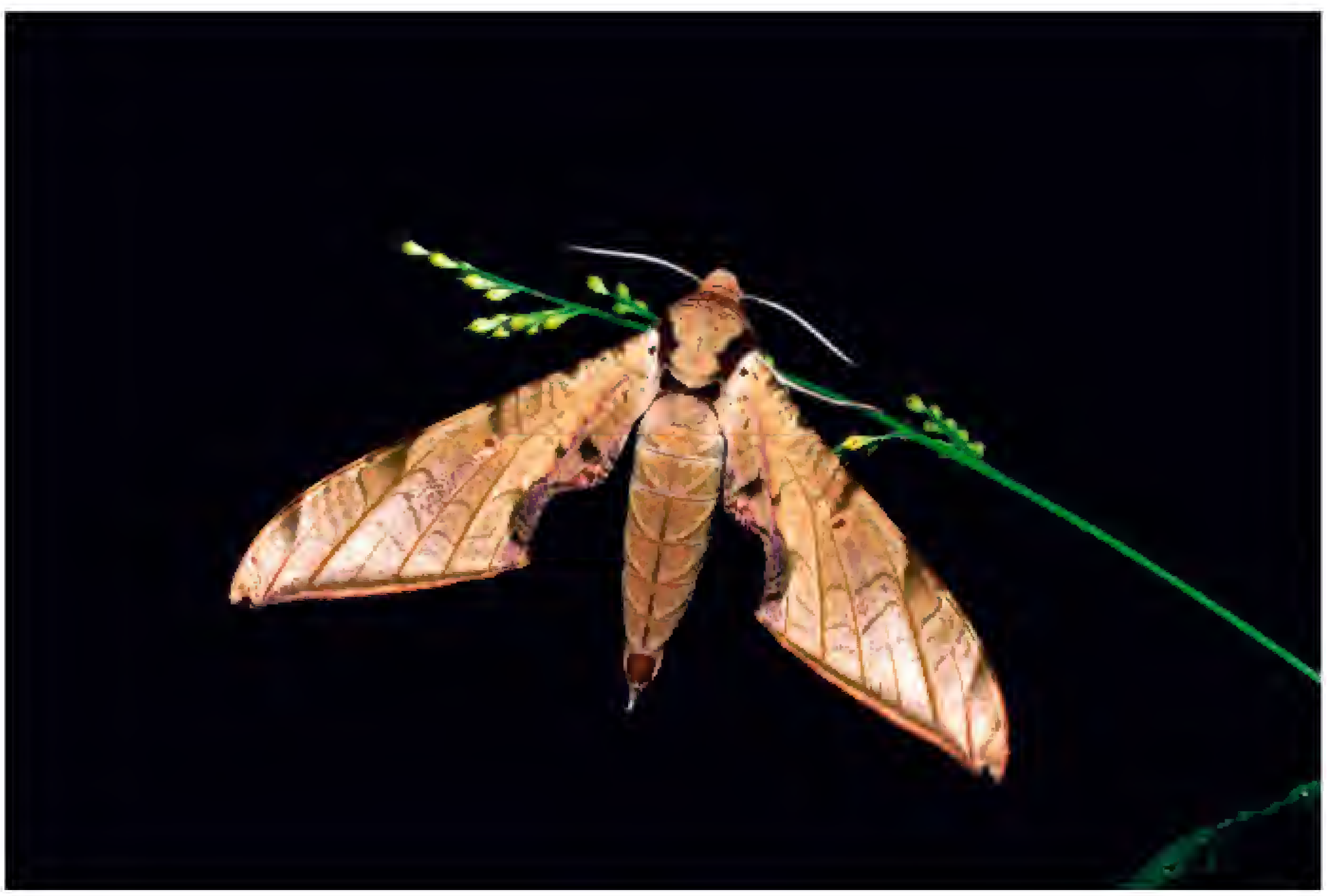


**Figura 4.** Lepidóptero de la familia Sphingidae (*Protambulyx strigilis*). Foto: Manuel A. Balcázar Lara.

Otra amenaza para las poblaciones de insectos, en general, es la contaminación, sin embargo su efecto es difícil de medir y se considera una amenaza menor para la mayoría de las especies de lepidópteros (New y Collins 1991). Por otra parte, la explotación comercial de esfíngidos parece ser inexistente en el estado.

Actualmente, se desconoce el estado de conservación y la situación de las poblaciones de las esfíngidas mexicanas y ninguna de las especies registradas en Colima se encuentra en las categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010). Aunque se debe estudiar y precisar el estado de las esfíngidas en general, las poblaciones de *Erinnyis obscura socorroensis* y *Perigonia lusca continua* deben ser de especial preocupación, debido a lo restringido de su distribución.

## Conclusiones

La mejor forma de conservación de la riqueza de especies de esfíngidos en las regiones tropicales, como es el caso de Colima, descansa en el mantenimiento de los mosaicos de hábitats (los cuales son usados por un insecto dado, en diferentes estaciones), la preservación de la diversidad de hábitats y de la riqueza de plantas, así como el reconocimiento de la amenaza causada por las asociaciones de insectos de los cultivos en las tierras agrícolas cercanas (Janzen 1987). Solamente el apoyo y promoción de estudios de campo que permitan explorar las áreas menos conocidas del estado, aunado al análisis de las poblaciones y precisar las áreas de distribución de las esfíngidas favorecerá la generación de información básica para establecer políticas bien sustentadas, para la conservación de éste y otros grupos biológicos. El buen manejo y desarrollo de las áreas naturales protegidas actuales debe asegurar la conservación de un buen número de taxones de esfíngidas en el estado (Brown 1991). Asimismo, el control de las especies invasoras en las islas Revillagigedo es indispensable para mantener poblaciones viables de sus taxones endémicos. Un mayor número de taxones pueden ser conservados estableciendo nuevas áreas protegidas. La elección bien fundamentada de dichas áreas es vital, para lo cual se recomienda considerar, entre otros programas, la implementación de estudios de complementariedad (Csuti *et al.* 1997, Pogue 1999).

## Referencias


Beutelspacher B., C.R. y M.A. Balcázar L. 1999. Lepidoptera. En: *Catálogo de insectos y ácaros, plaga de los cultivos agrícolas de México*. L.C. Deloya y J. Valenzuela G. (eds.). Sociedad Mexicana de Entomología, A.C., México, pp. 83-98.

Brown, K.S.J. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. En: *The conservation of insects and their habitats*. M. Collins y J.A. Thomas (eds.). Academic Press, Londres, pp. 350-401.

Csuti, B., S. Polasky, P.H. Williams, *et al.* 1997. A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. *Biological Conservation* 80:83-97.

Hodges, R.W. 1971. Sphingoidea. En: *The moths of America north of Mexico*. R.B. Dominick, E.W. Classey y R.B.D. Publ. Eds. Londres, pp. 1-158.

Holloway, J.D. 1987. Superfamily Bombycoidea: families Lasiocampidae, Eupterotidae, Bombycidae,

Brahmaeidae, Saturniidae, Sphingidae. En: *The moths of Borneo.* Vol. 3. CAB, Londres.

Howarth, F.G. y G.W. Ramsay. 1991. The conservation of island insects and their habitats. En: *The conservation of insects and their habitats.* M. Collins y J.A. Thomas (eds.). Academic Press, Londres, pp. 71-107.

Janzen, D. 1987. Insect diversity of a Costa Rica dry forest: why keep it, and how? *Biological Journal of the Linnean Society* 30:343-356.

Lemaire, C. y J. Minet. 1999. The Bombycoidea and their relatives. *Handbuch Der Zoologie (Berlin)* 4:321-353.

León Cortés, J.L. 2000. Sphingoidea (Lepidoptera). En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. J.E. Llorente B., E. González S. y N. Papavero (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, pp. 483-500.

New, T.R y N.M Collins. 1991. *Swallowtail butterflies. An action plan for their conservation. International Union for Conservation of Nature* (IUCN)/Species Survival Commission (SSC). Gland, Suiza.

Pogue, M.G. 1999. Preliminary estimates of Lepidoptera diversity from specific sites in the neotropics using complementarity and species richness estimators. *Journal of the Lepidopterists' Society* 53:65-71.

Rothschild, W. y K. Jordan. 1903. Revison of the lepidopterous family Sphingidae. *Novitates Zoologicae* 9:1-972

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Urueta, J.C. y M.A. Balcázar. 2003. Distribución y predicción de la riqueza de Sphingidae (Insecta: Lepidoptera) en el estado de Colima, mediante GARP. *Entomología Mexicana* 2:900-903.

# Polillas de seda
## (Saturniidae)

Manuel A. Balcázar-Lara

## Descripción

La familia Saturniidae es un grupo de mariposas nocturnas, polillas o palomillas, de tamaño que varía de 30 a 280 mm. El abdomen es relativamente pequeño con respecto al tamaño de las alas, con la excepción del grupo más aerodinámico (Ceratocampinae), quienes tienen cuerpos robustos. Las antenas de los machos son plumosas (cuadripectinadas) en su gran mayoría y pueden ser muy grandes; las de las hembras pueden ser plumosas o en forma de filamento, pero nunca tan grandes como las de los machos (Michener 1952, Balcázar-Lara y Wolfe 1994). Las estructuras bucales están reducidas y en general se considera que no son funcionales para alimentarse durante el estado adulto. Las alas pueden ser redondeadas, falcadas o alargadas.



**Figura 1.** Lepidóptero de la familia Saturniidae (*Automeris oaxacensis*). Foto: Manuel A. Balcázar Lara.



Balcázar-Lara, M.A. 2016. Polillas de seda (Saturniidae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 382-388.

En una de las subfamilias (Hemileucinae) las especies suelen presentar manchas parecidas a ojos en las alas posteriores. Cuando estas especies se encuentran en reposo durante el día, tales manchas suelen estar cubiertas por las alas anteriores, pero si se les molesta las muestran rápidamente con la intención de asustar, sorprender o distraer a potenciales depredadores diurnos, debido a su semejanza con los ojos de un animal más grande (figura 1). Estas manchas generalmente están rodeadas por anillos (de ahí toma el nombre la familia, de los anillos de Saturno) (Blest 1957, Oberprieler y Nässig 1994).

Otra subfamilia (Saturniinae) suele presentar ventanas transparentes en las alas y al menos dos grupos en México (Arsenurinae y Saturniinae) cuentan con prolongaciones en las alas posteriores, las cuales han sido consideradas como defensas ante el ataque de murciélagos, al hacerlas parecer más grandes en su ecolocalización, o al desviar el ataque a zonas no vitales.

Técnicamente el grupo es natural (monofilético) por el dimorfismo sexual del tarsómero IV de las patas delanteras de los adultos; la hembra presenta un par de espinas terminales y el macho carece de ellas. La epífisis tibial puede estar presente o ausente y la fórmula de los espolones tibiales puede ser 0-0-0, 0-2-2 o 0-2-4. La celda discal es abierta o cerrada; la sincronización de las alas es amplexiforme. Carecen de retináculo y frénulo, ocelos y quetosemas, y de órganos timpánicos torácicos y abdominales (Holloway *et al.* 1987, Scoble 1992, Lemaire y Minet 1999).

Los huevos son ovoides, ligeramente lisos y sin ornamentaciones. Dependiendo del grupo pueden ser depositados en masas, en pequeños grupos o individualmente sobre la planta de alimentación. Las hembras del género *Hylesia* suelen depositar los huevos juntos, en una pelotita que recubren con espinas urticantes de su abdomen (Beutelspacher 1986, Wolfe 1988, Fernández *et al.* 1992). Las larvas pueden ser peludas, espinosas o lisas. Estas espinas y sedas funcionan de defensa mecánica ante sus depredadores, pero los individuos de la subfamilia Hemileucinae pueden tener sustancias urticantes.

La mayoría de las larvas tienen más de una planta de alimentación. Muchas se alimentan de manera solitaria pero algunas (Hemileucinae) descansan durante el día en grupos, en la base del tronco de la planta de alimentación o en una tienda comunal de seda, y durante la noche suben a comer en grupo a la copa del árbol. En muchos casos la pupa se encuentra en un capullo de seda, adherido o suspendido de la planta de alimentación. Las demás especies pupan en el suelo y no se cubren de seda (Lemaire y Minet 1999, Balcázar-Lara y Beutelspacher 2000). En la etapa adulta las satúrnidas generalmente sólo viven un par de semanas.

Aunque la mayoría de las especies son nocturnas existen pocas especies diurnas o crepusculares e incluso algunas tienen hembras nocturnas, en tanto que los machos son crepusculares (Ferguson 1971-1972, Riotte y Peigler 1981, Janzen 1984).

## Distribución y diversidad

La familia Saturniidae tiene aproximadamente 1480 especies en 165 géneros en el mundo (Lemaire y Minet 1999), es sin duda uno de los grupos mejor conocidos de lepidópteros. En

México se conocen 194 especies en 38 géneros (Beutelspacher y Balcázar-Lara 1994, Balcázar-Lara y Beutelspacher 2000). Este nivel de conocimiento se debe, en buena medida, a su gran tamaño y patrones de coloración, condiciones que han atraído a un gran número de aficionados y a quienes han recolectado ejemplares por todo el mundo. Otros factores que han hecho popular a este grupo incluyen el tamaño y ornamentación de las larvas y su relativa facilidad de crianza. Así, los especialistas han contado con una buena representación de ejemplares para su estudio. Sin embargo, aunque la literatura es suficiente, ésta se encuentra básicamente dispersa en publicaciones especializadas, y a la fecha no existe un catálogo de la familia para el estado.

Históricamente, Colima ha sido una región importante para el estudio de las mariposas satúrnidas. Los taxones inicialmente descritos fueron: *Citheronia lobesis jordani*, *Citheronia beledonon* f. *colimae* (figura 2), *Syssphinx colloida*, *Ptiloscola surrotunda*, *Automeris io draudtiana* e *Hylesia colimatifex*. Con la excepción de *A. io draudtiana*, descrita en 1973, los demás taxones fueron descritos entre 1925 y 1930, por lo que se puede decir que el estudio de las satúrnidas de Colima comenzó con las descripciones de los taxones de Dyar en 1925, con base en material recolectado por Roberto Müller.

Con casi 200 especies, México es un país especialmente rico en este grupo y posee casi 14% de esta fauna en el mundo (Balcázar-Lara y Beutelspacher 2000). Cinco de las nueve subfamilias reconocidas de Saturniidae se encuentran en México, de éstas cuatro se han encontrado en Colima (Arsenurinae, Ceratocampinae, Hemileucinae, Saturniinae), con 44 especies y 18 géneros registrados en el estado



**Figura 2.** Lepidóptero de la familia Saturniidae (*Citheronia beledonon* f. *colimae*). Foto: Manuel A. Balcázar Lara.

(apéndice 1), lo que representa casi 23% de la riqueza total del país. Colima es uno de los estados más ricos en satúrnidas, al considerar la relación especies por área. Un aspecto sobresaliente de este grupo es que, si bien no existen taxones endémicos para el estado, 24 son endémicos del país. Es decir, que 55% de los taxones registrados hasta la fecha para la entidad no se encuentran fuera de las fronteras nacionales.

Las palomillas satúrnidas se encuentran distribuidas en todo el planeta con excepción de las regiones polares (como *Eacles imperialis*; figura 3), pero muestran su mayor diversidad en las regiones tropicales de América (Neotrópico) (como *Copaxa copaxoides*; figura 4) (Lemaire 1978, Lemaire 1988, Scoble 1992, Lemaire y Minet 1999).

El excelente estado de la taxonomía de la familia Saturniidae y la sistematización de la información de ejemplares de museos en bases de datos han permitido el inicio de estudios para analizar patrones biogeográficos, en el complejo mosaico de ambientes fisiográficos y bióticos del país. Los primeros resultados señalan que las zonas más ricas en especies son aquellas altamente heterogéneas en condiciones orográficas y climáticas, las cuales

generalmente están asociadas con las grandes cadenas montañosas en nuestro país: los Altos de Chiapas, la Sierra Norte de Oaxaca, la Sierra Madre Oriental, la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur. Estas dos últimas áreas son las más importantes desde el punto de vista de taxones endémicos para México (Balcázar-Lara y Beutelspacher 2000) y Colima se encuentra precisamente en el área de confluencia de tales provincias fisiográficas. Por otra parte, las áreas bajas de Colima ocupadas por selvas secas son sumamente importantes en relación a endemismos de las subfamilias (Arsenurinae y Ceratocampinae).

Como consecuencia de lo anterior es posible encontrar satúrnidas en casi cualquier parte del estado. Varias especies son comunes, incluso dentro de las zonas urbanas; sin embargo, amplias zonas del estado permanecen inexploradas y es necesario precisar las áreas de distribución de las diferentes especies de satúrnidas en el estado.



**Figura 3.** Lepidóptero de la familia Saturniidae (*Eacles imperialis decoris*). Foto: Manuel A. Balcázar Lara.

## Importancia

Los lepidópteros, en general, y las satúrnidas, en particular, poseen atributos importantes para realizar estudios de biodiversidad: se encuentran en casi todos los hábitats y nichos, muestran numerosas formas de comportamiento especializado, son buenos indicadores de áreas de endemismo, muestran respuestas rápidas a perturbaciones ambientales, pueden muestrearse fácilmente con métodos cuantitativos y tienen muchos taxones que son fácilmente identificados (Miller y Holloway 1991, Solis y Pogue 1999).



**Figura 4.** Lepidóptero de la familia Saturniidae (*Copaxa copaxoides*). Foto: Manuel A. Balcázar Lara.

Algunas especies de la subfamilia Hemileucinae tienen larvas con espinas urticantes que pueden causar un importante daño al tocarlas. Aunque en la mayoría de los casos el daño consiste en un fuerte ardor y dolor, las larvas de algunas especies de los géneros *Lonomia* e *Hylesia* pueden incluso convertirse en problemas de salud pública de importancia, sobre todo cuando se reproducen de manera incontrolada.

Lo anterior ha sucedido principalmente después de fenómenos naturales como huracanes o erupciones volcánicas, cuando se han eliminado a sus enemigos naturales (Fernández *et al.* 1992). En Ecuador y Brasil se sabe de muertes causadas por larvas de *Lonomia* (Heppner 1996). Afortunadamente en México no existen especies res-

ponsables de muertes en humanos; sin embargo, ambos géneros están presentes en Colima, y bajo condiciones extraordinarias podrían llegar a convertirse en un problema de salud.

## Amenazas y conservación

Si bien ninguna especie de Saturniidae se encuentra enlistada bajo alguna de las categorías de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), prácticamente no se sabe nada sobre el estado de sus poblaciones en Colima, por lo que es necesario realizar trabajo de campo que permita identificar objetivamente si existen especies bajo amenaza o riesgo (como podría ser el caso de *Rothschildia cincta*; figura 5). Las especies endémicas son de especial interés desde el punto de vista de su conservación; estos taxones deben ser considerados de manera primordial al tomar decisiones sobre conservación.

Se han identificado cuatro procesos que amenazan la supervivencia de los lepidópteros: destrucción y cambio del hábitat, contaminación, especies invasoras y explotación comercial (New y Collins 1991). La primera es la más importante y las más difícil de contrarrestar; las siguientes son difíciles de medir y probablemente representan amenazas menores para la mayoría de las especies de satúrnidas. Finalmente, la explotación comercial parece no existir actualmente en el estado.

Así, la principal amenaza para la conservación de las satúrnidas en Colima es la pérdida de hábitats naturales, principalmente debido a la deforestación y al cambio de uso del suelo con fines agrícolas y pecuarios. Además, la fragmentación del hábitat lleva a la pérdida local de diversidad genética y a la exposición frecuente con agroquímicos, lo que puede provocar extinciones locales o regionales.



**Figura 5.** Lepidóptero de la familia Saturniidae (*Rothschildia cincta guerreronis*). Foto: Manuel A. Balcázar Lara.

## Conclusiones

La conservación de la riqueza de especies en el trópico dependerá de la preservación de la riqueza de plantas, de los mosaicos de hábitats (los cuales pueden ser explotados por un mismo insecto en diferentes estaciones o etapas de desarrollo), de la preservación de la mayor diversidad de hábitats y del reconocimiento de la amenaza causada por las asociaciones de insectos de los cultivos en las tierras agrícolas circundantes (Janzen 1987).

En Colima existen cinco áreas naturales protegidas (Sierra de Manantlán, Volcanes de Colima, El Jabalí, Las Huertas y el archipiélago de Revillagigedo; SEMARNAT 2008a); de su buen manejo y desarrollo dependerá en gran medida la conservación de especies de satúrnidas. Sin embargo, la conservación de un mayor número de especies, e idealmente todas ellas, sólo será posible estableciendo nuevas áreas protegidas en sitios con gran diversidad como la sierra Perote, que ya ha sido sugerida para su protección con anterioridad.

Para la elección de nuevas áreas protegidas es necesario promover estudios que permitan conocer el estado de las poblaciones de satúrnidas, en especial de las especies endémicas, precisar las áreas de distribución y realizar estudios de complementariedad (Csuti *et al.* 1997, Pogue 1999). Sólo de esta manera será posible establecer un conjunto de áreas que permitan la conservación de las satúrnidas de Colima de una manera eficiente y viable.

## Referencias


Balcázar-Lara, M.A. y C.R. Beutelspacher. 2000. Saturniidae. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. II.* J.E. Llorente B., E. González S. y N. Papavero (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, pp. 501-513.

Balcázar-Lara, M.A. y K.L. Wolfe. 1994. Note on the antennal morphology of the genus *Lonomia* Walker 1855 (Lepidoptera: Saturniidae, Hemileucinae). *Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo* 15:393-396.

Beutelspacher, C.R. 1986. Ciclo de la vida de *Hylesia frigida* Schaus (Lepidoptera: Saturniidae), una plaga forestal en Chiapas. *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología* 56:465-475.

Beutelspacher, C.R. y M.A. Balcázar-Lara. 1994. Catálogo de la familia Saturniidae de México. *Tropical Lepidoptera* 5:1-28.

Blest, A.D. 1957. The evolution of protective displays in the Saturnioidea and Sphingidae (Lepidoptera). *Behaviour* 11:257-309.

Csuti, B., S. Polasky, P.H. Williams, *et al.* 1997. A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. *Biological Conservation* 80:83-97.

Ferguson, D.C. 1971. Bombycoidea, Saturniidae. En: *The moths of America north of Mexico*. R.B. Dominick y E.W. Classey (eds.), Londres, pp. 1-269.

Fernández, G., E. Morales, C. Beutelspacher, *et al.* 1992. Epidemic dermatitis due to contact with a moth in Cozumel, México. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 46:560-563.

Heppner, J.B. 1996. Killer caterpillars. *Tropical Lepidoptera News* 2:1-5.

Holloway, J.D. 1987. Superfamily Bombycoidea: families Lasiocampidae, Eupterotidae, Bombycidae, Brahmaeidae, Saturniidae, Sphingidae. En: *The moths of Borneo.* Vol. 3. CAB, Londres, pp. 1-199.

Janzen, D. 1987. Insect diversity of a Costa Rica dry forest: why keep it, and how? *Biological Journal of the Linnean Society* 30:343-356.

———. 1984. Two ways to be a tropical big moth: Santa Rosa saturniids and sphingids. *Oxford Surveys in Evolutionay Biology* 1:85-140.

Lemaire, C. 1978. *Les Attacidae américains = The Attacidae of America (=Saturniidae).* Neuilly-sur Seine. Museo Nacional de Costa-Rica, San José, Costa Rica.

———. 1988. *Les Saturniidae américains (=Attacidae): Ceratocampinae.* Museo Nacional de Costa Rica. San José.

Lemaire, C. y J. Minet. 1999. The Bombycoidea and their relatives. *Handbuch Der Zoologie (Berlin)* 4:321-353.

Michener, C.D. 1952. The Saturniidae (Lepidoptera) of the Western Hemisphere. Morphology, phylogeny, and classification. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 98:335-501.

Miller, S.E. y J. Holloway. 1991. Non-marine invertebrates. En: *Priorities for conservation research in Papua New Guinea.* B. Pearl y J. Holloway (eds.). Papua New Guinea and Wildlife Conservation International, Papua Nueva Guinea, pp. 44-58.

New, T.R y N.M Collins. 1991. *Swallowtail butterflies. An action plan for their conservation.* International Union for Conservation of Nature (IUCN)/Species Survival Commission (SSC). Gland, Suiza.

Oberprieler, R.G. y W.A. Nässig. 1994. Tarn-oder Warntrachten-ein Vergleich larvaler und imaginaler Strategien bei Saturniinen (Lepidoptera: Saturniidae). *Nachrichten des Entomologischen Vereins Apollo* 15:267-303.

Pogue, M.G. 1999. Preliminary estimates of Lepidoptera diversity from specific sites in the neotropics using complementarity and species richness estimators. *Journal of the Lepidopterists' Society* 53:65-71.

Riotte, J.C.E. y R.S. Peigler. 1981. A revision of the American genus *Anisota* (Saturniidae) Taxonomic morphology. *Journal of Research on the Lepidoptera* 19:101-180.

Scoble, M.J. 1992. *The Lepidoptera. Form, function and diversity.* Oxford Univ. Press. Oxford. Reino Unido.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2008. Ficha de Diagnóstico General Ambiental del Estado. Documento interno. Unidad Coordinadora de Delegaciones, SEMARNAT. México.

———. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Solis, M.A. y M.G. Pogue. 1999. Lepidopteran biodiversity: patterns and estimators. *American Entomologist* 45:206-212.

Wolfe, K.L. 1988. *Hylesia acuta* (Saturniidae) and its aggregate larval and pupal pouch. *Journal of the Lepidopterists' Society* 42:132-137.

# Mariposas nocturnas (Arctiidae)

Fernando Hernández-Baz

## Descripción

Los miembros de esta familia se caracterizan por ser mariposas de cuerpo robusto y con frecuencia cubierto de pilosidad (pelos), por lo que también son llamados osos lanudos (del griego *arctos*, oso). Tienen una expansión alar aproximada de 12 a 70 mm. La forma de sus alas es de tipo avispado (anchas), con coloraciones brillantes de tonos blancos, amarillos o anaranjados, pero también pueden ser negras o hialinas. En ocasiones su coloración es aposemática (de advertencia), o críptica (para mimetizarse perfectamente con algunos otros insectos o entre la vegetación). Sus antenas generalmente son bipectinadas (parecidas a un peine doble) o filiformes (semejante a un hilo) (conabio 2015).

La clasificación taxonómica de la familia Arctiidae es realmente controversial, pero esta contribución se basa en el criterio de Heppner (1991, 1998), quien la divide para México en cuatro subfamilias: Arctiinae, Ctenuchinae, Lithosinae y Pericopinae (figura 1). La característica principal de esta familia es la presencia de un órgano estridulatorio (que produce sonidos estridentes) en el metepisternum (placa lateral del tórax medio) del adulto (excepto en Ctenuchinae), así como por la presencia de dos sedas subventrales en el meso y metatórax de la larva (Kitching 1984, Kitching y Rawlins 1999). Otras especializaciones incluyen la presencia de un engrosamiento en la base de la vena subcostal del ala posterior y la presencia de un par de glándulas situadas anterodorsalmente entre los lóbulos del ovipositor (Holloway 1988).

Hernández-Baz, F. 2016. Mariposas nocturnas (Arctiidae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 389-395.

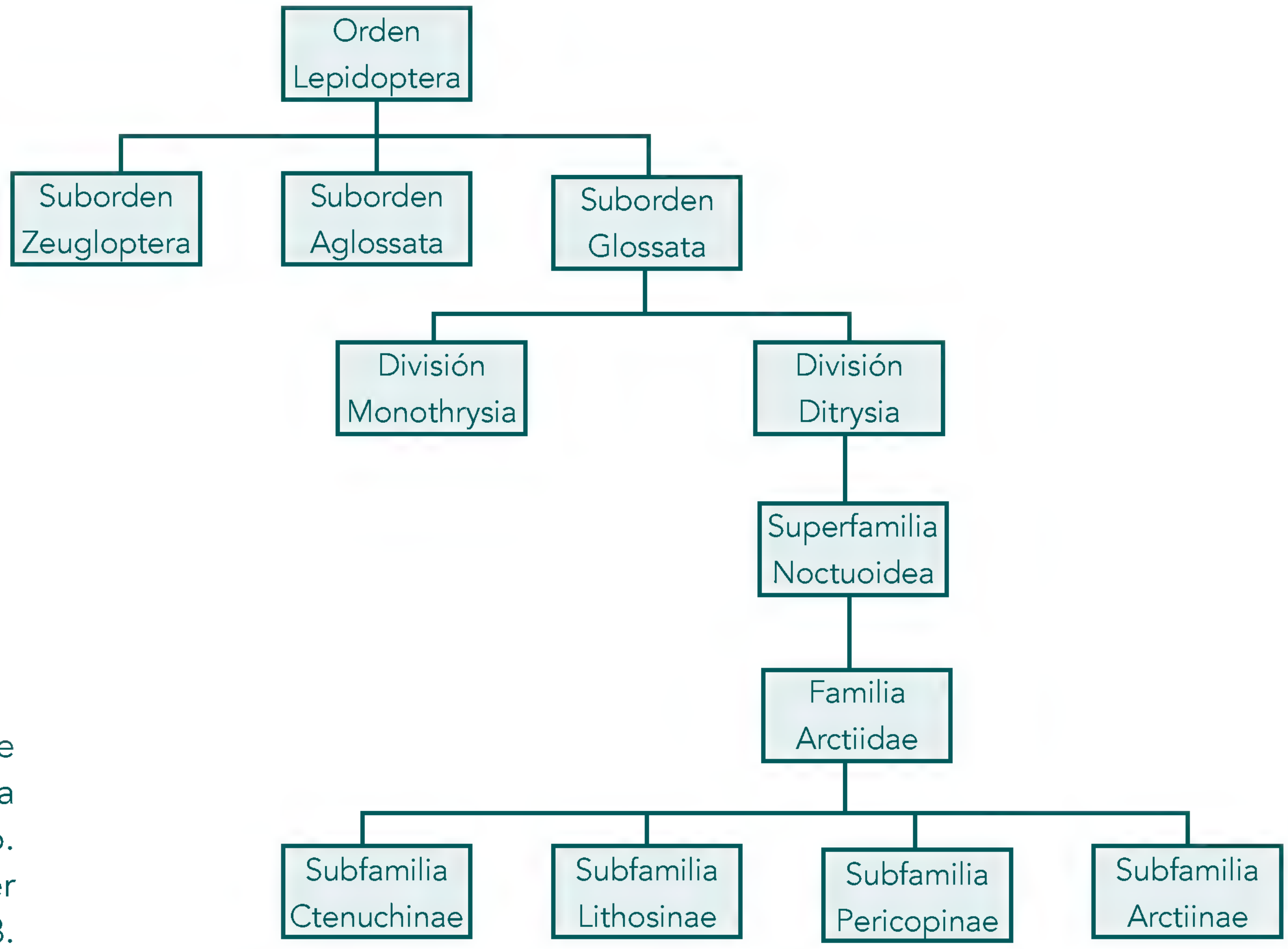



**Figura 1.** Clasificación de las mariposas de la familia Arctiidae para México. Fuente: Heppner 1991, 1998.

La literatura entomológica enfocada a tópicos agrícolas o forestales contiene información relacionada únicamente con los estados inmaduros (larvas) de las especies que causan algún daño agrícola o forestal, en tanto que para la mayoría de las especies de Arctiidae se desconocen aspectos básicos como sus ciclos de vida.

Las especies de importancia agrícola (plagas y polinizadores) son multivoltinas (dos o más generaciones anuales) y polífagas, es decir, que se alimentan de varias especies de plantas. Las hembras ponen sus huevecillos generalmente en el haz de las hojas y estos pueden ser dispuestos en pequeños grupos, en fila o aislados.

Son muy pocos los grupos de lepidópteros que están bien estudiados, como es el caso de aquellos con valor estético, debido a que algunas especies muestran colores muy vistosos o tamaños grandes. Otras familias de hábitos nocturnos como la Arctiidae, conocidas como polillas tigre o avispa, aunque poseen colores bellos no son tan atractivas para los coleccionistas (Hernández-Baz y Bailey 2006). De esta familia solamente han sido estudiadas las especies que tienen alguna importancia agrícola o forestal.

## Diversidad y distribución

La familia de mariposas Arctiidae incluye cerca de 11 mil especies en el mundo (Watson y Goodger 1986), de las cuales 658 están presentes en México (Beutelspacher 1995*a*, 1995*b*, 1996, Hernández-Baz 1992, 2012, Hernández-Baz y Bailey 2006). De las 658 especies mexicanas tan sólo 50 (apéndice 1, figura 2) fueron encontradas en un recuento preliminar de Colima; es decir, 8.0% del total nacional (cuadro 1).

Es importante mencionar que del análisis histórico de las publicaciones y arreglos taxonómicos de los Arctiidae para México, no se consideraba a la subfamilia Ctenuchinae dentro de este grupo (apéndice 1).

Cuadro 1. Número de especies de mariposas de la familia Arctiidae, conocidas para México y Colima. Fuente: elaboración propia, con información de Beutelspacher 1995a, 1995b, 1996; Hernández-Baz 1992, 2012.

| Arctiidae de México | | Arctiidae de Colima (presente estudio) | Diferencia | % |
|---|---|---|---|---|
| **Subfamilia** | **Núm. especies** | **Núm. especies** | | |
| Lithosiinae | 104 | 4 | 100 | 3.8 |
| Arctiinae | 272 | 14 | 258 | 5.2 |
| Pericopinae | 42 | 4 | 38 | 9.5 |
| Ctenuchinae | 240 | 16 | 209 | 12.9 |
| Total | 658 | 50 | 605 | 8.0 |

En la actualidad, es difícil conocer a detalle la distribución de las especies de Arctiidae dentro de Colima, debido principalmente a que no se han realizado colectas sistematizadas en todo el territorio estatal; además, las escasas colectas se han realizado en zonas urbanas y en los bosques de pino-encino de las zonas montañosas del volcán de Colima.

## Importancia

Los lepidópteros constituyen una parte fundamental de los ecosistemas naturales y tienen una función muy activa en estado adulto al polinizar las flores. A diferencia de los otros estados biológicos por los que atraviesan en su metamorfosis completa, en el segundo estado, cuando son larvas u orugas, pueden ser perjudiciales para las plantaciones agrícolas y forestales.

En los bosques templados algunos miembros de la familia Arctiidae constituyen serios problemas fitosanitarios cuando sus poblaciones aumentan en forma desproporcionada, llegando a ser consideradas plagas de las coníferas. Uno de estos casos es la polilla *Halisidota alternata*, que ataca a la especie de pino *Pinus patula*; de manera similar, *Lophocamba cibriani* ataca a *Pinus ayacahuite* y *P. cembroides*, en tanto que *Lophocampa alternata* afecta a diversas especies de coníferas (*Abies religiosa*, *P. ayacahuite*, *P. hartwegii*, *P. montezumae*, *P. rudis* y *P. teocote*), en bosques por encima de las cotas de los 1 600 msnm (Cibrián *et al.* 1994, Hernández-Baz 1999).

En las plantaciones agrícolas destaca de manera importante el gusano peludo *Estigmene acrea*, ya que es un defoliador muy voraz que se alimenta de alfalfa, algodón, tabaco y otros cultivos de importancia comercial (Sifuentes y Young 1964, Hernández-Baz 1993, Roman D. *et al.* 1997).

Es importante señalar que a la fecha no se tienen analizadas con precisión las pérdidas económicas ocasionadas por estas palomillas de hábitos nocturnos en el estado. Falta mucho por conocer sobre este grupo y en especial determinar cabal-

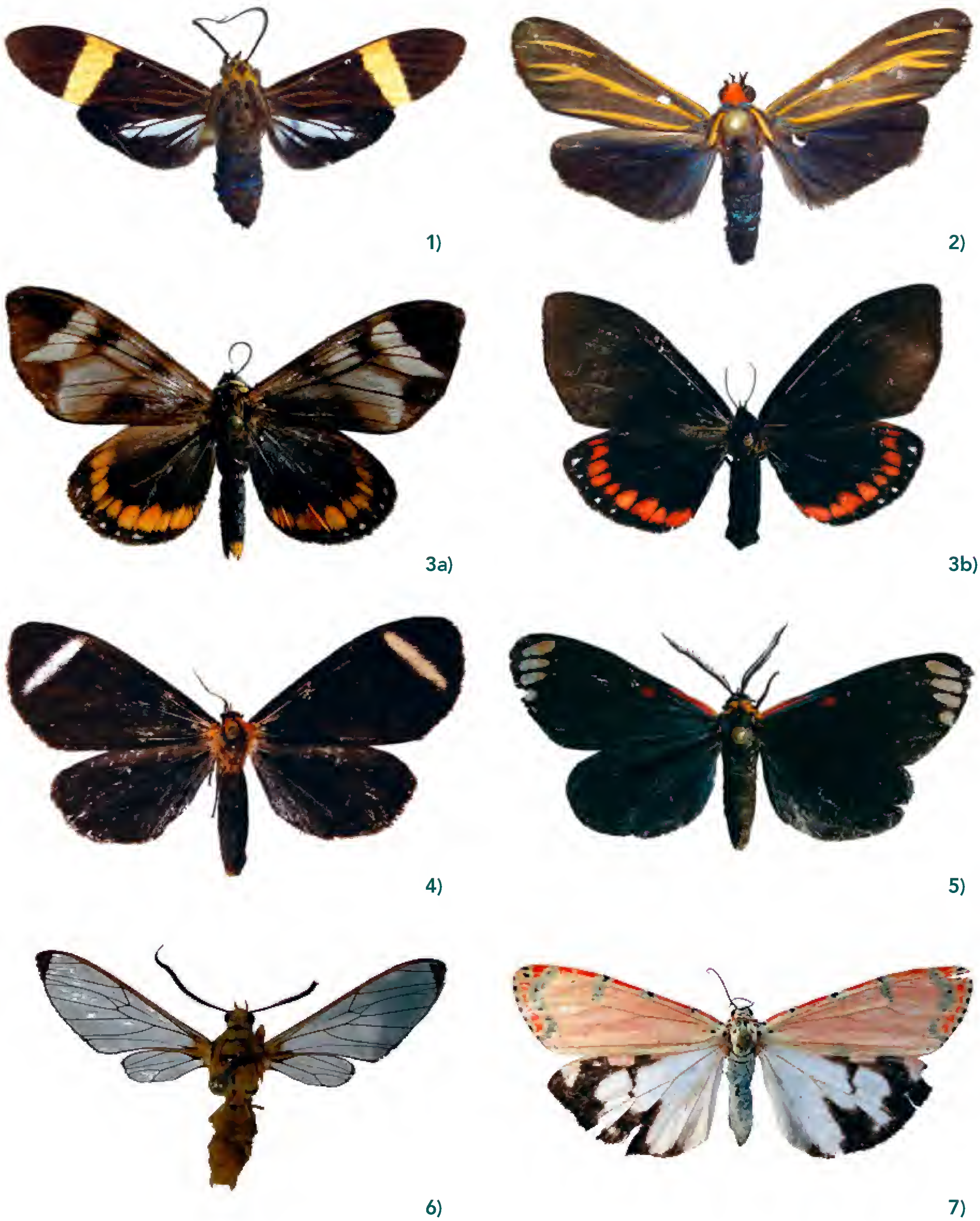



**Figura 2**. Árctidos de Colima: los taxones se enlistan en orden alfabético. 1. *Aclytia heber*; 2. *Ctenucha venosa*; 3. a) macho de *Dysschema leucophaea*, b) hembra de *Dysschema leucophaea*; 4. *Hyalurga chthonophyle*; 5. *Phaloesia saucia*; 6. *Sphecosoma felderi*; 7. *Utetheisa ornatrix*. Todos especímenes depositados en la colección clave: SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05, en Xalapa, Veracruz.
Fotos: Fernando Hernández-Baz.

mente la totalidad de las especies de Arctiidae (Lithosinae, Arctiinae, Pericopinae, Euchromiina y Ctenuchinae) para el estado. La información presentada aquí es preliminar y está sustentada con los especímenes depositados en la colección de vida silvestre (clave: SEMARNAT/CITES/CP-0026-VER/05).

## Amenazas y conservación

Las principales amenazas para las mariposas de esta familia, y para todas las mariposas, es la fuerte y constante presión antropogénica, así como la contaminación, la inminente alteración y pérdida de hábitat por deforestación para usos agrícolas, pecuarios y desarrollos habitacionales.

Desafortunadamente, no se puede decir de modo específico qué áreas necesitan ser atendidas con prontitud, ya que hace falta un inventario completo de los lepidópteros nocturnos de la entidad. Sin embargo, se sugiere conservar prioritariamente todos los tipos de vegetación dominante en las áreas naturales protegidas (ANP), como la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán y el Parque Nacional Nevado de Colima, los cuales son considerados áreas terrestres prioritarias a la conservación, por la CONABIO (Arriaga *et al.* 2000).

A la fecha ninguna de las especies de mariposas Arctiidae figura en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), esto no significa que las especies de este grupo no estén amenazadas, por lo que en un futuro cercano deben realizarse los estudios correspondientes para proponer la inclusión de algunas de ellas dentro de la norma citada. De manera paralela hacen falta estudios específicos, pues Colima no cuenta con estudios científicos que avalen el estado de conservación de las poblaciones de mariposas nocturnas.

Se estima que el listado de 53 especies de Arctiidae, presentado en este estudio, puede incrementarse en los años venideros hasta alcanzar el número promedio de 200 especies. Finalmente, se considera que para poder indicar las acciones de conservación primero deben realizarse los inventarios lepidopterofaunísticos en todo el estado.

## Referencias

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, *et al.* 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.

Beutelspacher, C.R. 1995a. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (I Parte) (Insecta: Lepidóptera). Shilap (Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterologia). *Revista de Lepidopterología* 23:291-306.

———. 1995b. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (II Parte) (Insecta: Lepidóptera). Shilap (Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterologia). *Revista de Lepidopterología* 23:379-409.

———. 1996. Catálogo de los lepidópteros de México. Familia Arctiidae (III Parte) (Insecta: Lepidóptera). Shilap (Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterología). *Revista de Lepidopterología* 24:55-80.

Chapman, T.A. 1896. On the phylogeny and evolution of the Lepidoptera from a pupal and oval standpoint. *Transactions of the Entomological Society of London* 1896:567.

Cibrián, T.D., J.T. Montiel, R. Campos B., *et al.* 1994. *Los insectos forestales de México/Forest Insects of México*. Vol. 2. Comisión Forestal de América del Norte (CFAN)/Universidad Autónoma Chapingo (UACH)/Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre/Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH)/Southern Regional Extension Forestry. Sta Forest Service/United States Department of Agriculture (USDA)/Ministery of Forestry, Canadá.

CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2015. Naturalista. En: <*http://conabio.inaturalist.org/taxa/245655-Arctiidae*>, última consulta: 16 de junio de 2015.

Halffter, G. 1976. Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. *Folia Entomológica Mexicana* 35:1-64.

Heppner, J.B. 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera* 2:1-85.

———. 1998. Classification of Lepidoptera. Part 1. Introduction. *Holarctic Lepidoptera* 5:1-148.

Hernández-Baz, F. 1992. Catálogo de los Ctenuchiidae (Insecta: Lepidoptera: Heterocera) de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología* 2:19-47.

———. 1993. La fauna de mariposas (Lepidóptera: Rhopalocera) de Xalapa, Veracruz, México. *La Ciencia y el Hombre* 14:55-87.

———. 2012. *Las polillas avispa de México (Lepidóptera: Erebiidae: Arctiinae: Ctenuchina y Euchromiina): biogeografía y conservación*. Tesis de doctorado, Universidad Veracruzana, Veracruz, México.

Hernández-Baz, F. y C. Bailey. 2006. Los Ctenuchinae (Insecta: Lepidoptera: Arctiidae) de la República de Guatemala: una síntesis preliminar. En: *La biodiversidad de Guatemala*. E. Cano (ed.). Universidad del Valle de Guatemala (UVG)/Fideicomiso de Administración e Inversión del Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza (FONACON)/Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Guatemala, pp. 403-413.

Hernández-Baz, F., J.M. Maes y M. Laguerre. 2003. Listado preliminar de los Arctiidae (Insecta: Lepidoptera: Noctuoidea) de Nicaragüa. *Revista Nicaragüense de Entomología* 63:1-15.

———. 2004. Listado preliminar de los Arctiidae (Insecta: Lepidoptera: Noctuoidea) de Nicaragüa. *Revista Nicaragüense de Entomología* 64:1-13.

Holloway, J.D. 1988. Arctiidae: Syntominae, Euchromiinae, Arctiinae, Aganainae (to Noctuidae). En: *The moths of Borneo*. Vol. 6. Southdene Sdn. Bhd. Kuala Lumpur. Malasya. pp. 1-101.

Kitching, I.J. 1984. An historical review of the higher classification of the noctuidae (Lepidoptera). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology* 49:153-234.

Kitching, I.J. y J.E. Rawlins. 1999. The Noctuoidea. *Handbuch Der Zoologie (Berlin)* 4:355-401.

Mcfarland, N. 1973. Notes on describing, measuring, preserving and photographing the eggs of Lepidoptera. *Journal of Research on the Lepidoptera* 10:203-214.

Roman, D.R., J.L. Ayala O., *et al.* 1997. *Plagas agrícolas*. Chapingo, México.

Romero, N.J. 2002. Bruchidae. En: *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. III. J. Llorente y J.J. Morrone (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)/CONABIO/BAYER. México, pp. 513-534.

Scoble, M.J. 1992. *The Lepidoptera. Form, function and diversity*. Oxford Univ. Press. Oxford. Reino Unido.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de di-

ciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Sifuentes, J.A. y W.R. Young. 1964. *El gusano peludo* Estigmene acraea *(Drury): biología, hospederas, enemigos naturales y efectividad de algunos insecticidas para su combate en el valle del Yaqui.* Centro Regional de Ayuda Técnica. A.I.P. México.

Watson, A. y D.T. Goodger. 1986. Catalogue of the neotropical tiger moths. *Occasional Papers on Systematic Entomology* 1:1-71.

ESTUDIO DE CASO

# MOSCAS NECTARÍVORAS DE IXTLAHUACÁN (SYRPHIDAE)

Enrique Ramírez-García | Enrique González-Soriano
Felipe Noguera | Santiago Zaragoza-Caballero

## Descripción

La familia Syrphidae comprende un grupo de moscas cuya longitud varía desde cuatro hasta 25 mm. Estos insectos se caracterizan por tener colores llamativos que van del amarillo o anaranjado brillante, hasta el negro o gris oscuro y opaco, incluso hay algunas especies de colores iridiscentes. Muchas de estas moscas tienen una morfología similar a la de abejas y avispas, por lo que es común que las confundan. Como adultos son abundantes visitando flores, las cuales usan como sitios de apareamiento y fuentes de néctar y polen para alimentarse.

Se distribuyen en casi todo el mundo y están agrupadas en tres subfamilias: Microdontinae, Syrphinae y Eristalinae (Vockeroth y Thompson 1987). De éstas, sólo los miembros de la subfamilia Microdontinae no están asociados a flores, sino a sus hormigas hospederas (Thompson 1981).

## Diversidad y distribución

En el mundo se conocen cerca de 6 mil especies de Syrphidae, con un total de 180 géneros (Vockeroth y Thompson 1987). En México se tienen registradas 331 especies pertenecientes a 58 géneros. Sorprendentemente no existía ninguna especie registrada en Colima (Thompson *et al.* 1976, Ramírez-García 1997).

El objetivo del presente estudio consistió en conocer la fauna de la familia Syrphidae en la región de Ixtlahuacán, lo que representa el primer esfuerzo por conocer la composición de especies de esta familia en Colima.

La región de Ixtlahuacán se ubica al sureste del estado, dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y la subprovincia Cordillera Costera del Sur (INEGI 2009). El tipo de vegetación dominante es el bosque tropical caducifolio (BTC) y aunque no existen estudios florísticos para la región, en el BTC del estado se han registrado 369 especies de árboles. De éstos, las familias con mayor riqueza de especies son Fabaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Burseraceae, siendo *Bursera* (Burseraceae) y *Lonchocarphus* (Fabaceae) los géneros con mayor número de especies (Padilla-Velarde *et al.* 2006).

Para conocer la fauna de sírfidos se realizaron colectas entre abril de 2006 y febrero de 2007, en sitios localizados dentro de un radio de 3 a 7 km de Ixtlahuacán, aplicando los métodos de colecta directa y con trampas Malaise.


Ramírez-García, E., E. González-Soriano, F. Noguera y S. Zaragoza-Caballero. 2016. Moscas nectarívoras de Ixtlahuacán (Syrphidae). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 396-400.



**Figura 1.** *Ocyptamus lineatus*. Foto: Enrique Ramírez-García.



**Figura 2.** *Ocyptamus gastrocactus*. Foto: Enrique Ramírez-García.



**Figura 3.** *Toxomerus teligera*. Foto: Enrique Ramírez-García.



**Figura 4.** *Toxomerus watsoni*. Foto: Enrique Ramírez-García.

En este estudio se capturaron 921 individuos de 73 especies, de las cuales sólo 42 fueron determinadas hasta especie (apéndice 1); el resto pertenecen a grupos con problemas taxonómicos o bien pueden ser especies nuevas para la ciencia. Las especies pertenecen a 14 géneros, siete tribus y tres subfamilias (apéndice 1).

La subfamilia con mayor número de especies fue Syrphinae con 41, seguida de Eristalinae con 29 y Microdontinae con tres. Las tribus Syrphini y Toxomerini fueron las más diversas con 23 y 19 especies, respectivamente. Los géneros con mayor número de especies fueron *Ocyptamus* con 19 (figuras 1 y 2), *Toxomerus* con 16 (figuras 3 y 4), *Palpada* con 13 (figura 5) y *Copestylum* con 10 (figuras 6 y 7), que en conjunto abarcan 79% del total de especies registradas.



**Figura 5.** *Palpada mexicana.* Foto: Enrique Ramírez-García.



**Figura 6.** *Copestylum tricinctum.* Foto: Enrique Ramírez-García.

La abundancia y riqueza varió en el tiempo, alcanzando los valores más altos en la época de lluvias y los más bajos en la época de secas (figura 8). La mayor abundancia se registró en octubre y agosto (273 y 271 individuos, respectivamente) y la mayor riqueza en noviembre y agosto (39 y 33 especies, respectivamente). Los valores más bajos en abundancia y riqueza se registraron en junio y abril para la primera (44 y 47 individuos, respectivamente), y en febrero y abril para la segunda (15 especies en ambos casos) (figura 8). Este patrón es similar al registrado en el BTC de la región de Chamela, Jalisco (Ramírez-García y Sarmiento 2004) y aparentemente es explicado por una mayor cantidad de recursos alimenticios disponibles (Ra-mírez-García y Sarmiento 2004).



**Figura 7.** *Copestylum tricinctum*. Foto: Enrique Ramírez-García.

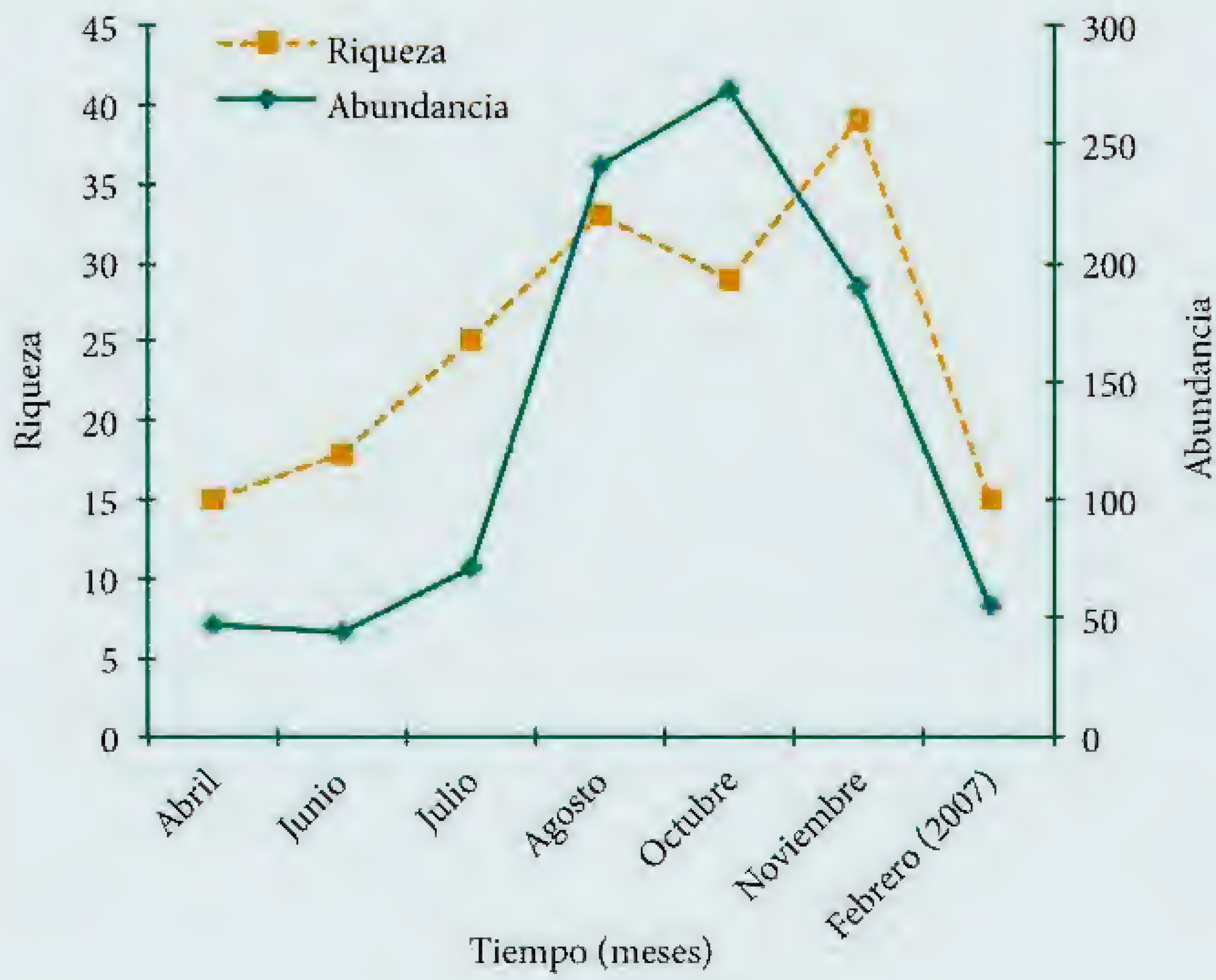



**Figura 8.** Riqueza y abundancia de la familia Syrphidae en Ixtlahuacán. Fuente: Ramírez-García 2004

## Conclusiones

La polinización por insectos y otros artrópodos es un requisito fundamental para 90% de las plantas con flores (Angiospermas) (Linder 1998). Sin los artrópodos muchas plantas no podrían reproducirse ni producir semillas. La dependencia humana hacia los artrópodos como polinizadores de plantas cultivadas ha conducido a una estimación de los servicios ambientales prestados por los polinizadores y éstos suman miles de millones de dólares anuales en todo el mundo

(Constanza *et al.* 1997). Esa sencilla razón ha motivado un interés creciente por la conservación de los polinizadores a nivel mundial en los últimos 10 años (Buchmann y Nabhan 1996).

Algunas especies de la familia Syrphidae han sido reconocidas como importantes polinizadoras dada su alimentación floral especializada, ya que algunas de ellas presentan "constancia floral" (Goulson y Wright 1998), es decir, fidelidad hacia una especie o grupo de plantas hospederas.

Desafortunadamente existe gran desconocimiento sobre esta familia en nuestro país, y por consiguiente a nivel estatal, siendo ésta la primera contribución al conocimiento de las especies de la familia Syrphidae para Colima. Por esta razón es imposible definir actualmente el estatus de conservación, distribución, endemismos y especies amenazadas. Sin embargo, es posible afirmar que con la pérdida de vegetación nativa y el deterioro de los ecosistemas, esta familia de moscas se ve afectada. Es necesario estudiar este grupo de organismos para conocer sus funciones biológicas y conservar su diversidad.

## Referencias


Buchmann, S.L. y G.P. Nabhan. 1996. *The forgotten polinators*. Island Press. Washingthon, D.C.

Constanza, R., R. D'Arge, R. de Groot, *et al.* 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.

Goulson, D. y N.P. Wright. 1998. Flower constancy in the hoverflies *Episyrphus balieatus* (Degeer) and *Syrphus ribesii* (L.) (Syrphidae). *Behav. Ecol.* 9:213-219.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2009. Geoestadística Municipal. Primera Infraestructura para el Transporte. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Ixtlahuacán, Colima. En: <*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/06/06006.pdf*>, última consulta: 2 de agosto de 2015.

Linder, H.P. 1998. Morphology and the evolution of wind pollination. En: *Reproductive biology in systematics, conservation and economic Botany Royal Botanic Garden*. S.J. Owens y P.J. Rudall (eds.). Kew, Londres, Inglaterra, pp. 123-135.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas, G. Ibarra y S. Moreno. 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77(2):271-295.

Ramírez-García. 1997. Syrphidae. En: *Historia Natural de Los Tuxtlas*. S.E. González, R. Dirzo y R.C. Vogt. (eds.). Instituto de Biología (IBUNAM)/Instituto de Ecología/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, pp. 371-373.

Ramírez-García y M. Sarmiento. 2004. Syrphidae (Díptera) de la Estación de Biología Chamela. En: *Artrópodos de Chamela*. A.N. García Aldrete y R. Ayala B. (eds.). IBUNAM/UNAM, México, pp. 181-191.

Thompson, F.C., J.R. Vockeroth y Y.S. Sedman. 1976. Family Syrphidae. En: *A catalogue of Diptera of the Americas south of the United States, Fasc. 46*. N. Papavero (ed.). Mus. Zool., Univ. São Paulo, pp. 1-195.

Thompson, F.C. 1981. The flower flies of the west indies (Diptera: Syrphidae). *Memoirs of the Entomological Society of Washington* 9:1-200.

Vockeroth, J.R. y F.C. Thompson. 1987. Syrphidae. En: *Manual of Neartic Diptera*. Vol. 2. J.F. Mc. Alpine (ed.). Biosystematic Research Institute, Ottawa, Ontario, pp. 713-743.

S4

# Animales vertebrados

*Megaptera novaeangliae*. Foto: Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C. /Banco de imágenes CONABIO.



# Resumen ejecutivo

Oscar Báez-Montes

Los vertebrados se caracterizan por la presencia de una estructura ósea que les otorga sostén. En esta sección se incluye información sobre la diversidad de peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, así como sus estados de conservación y amenazas actuales.

Las poblaciones de peces, en la porción marino-costera, se componen de 414 especies que pueden habitar en ambientes rocosos (46%) como islas Revillagigedo, en fondos suaves (50%) o en aguas océanicas. Los teleósteos (peces óseos) comprenden 88% de las especies registradas para el litoral. La mayor diversidad se encuentra en los arrecifes coralinos sirviendo de refugio para 106 especies de 39 familias, de las cuales dos se encuentran en riesgo de extinción.

En Colima habitan 66 especies de peces en aguas continentales, pertenecientes a 13 órdenes. La familia más diversa es Goodeidae, con ocho especies que son importantes por la cantidad de endemismos. La mayor diversidad de especies (20) y endemismos (seis) de los ríos se hallan en el Armería. La laguna de Cuyutlán presenta mayor riqueza (43 especies) con predominancia de peces marino-estuarinos. 15% de los peces continentales se encuentra en alguna categoría de riesgo.

En la transición de ambientes acuáticos a terrestres habitan los anfibios; se tiene registro de 35 especies, que representan 10% a nivel nacional. Hylidae y Bufonidae son las familias con más especies, 63% de ellas endémicas de México y dos de distribución restringida. En los bosques tropicales secos se

Báez-Montes, O. 2016. Resumen ejecutivo de Diversidad de especies. Animales vertebrados. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 403-404.

ha registrado más riqueza de anfibios (70%). Doce especies están en alguna categoría de riesgo.

La riqueza de reptiles de México es relevante a nivel mundial (804 especies le califican como el segundo país con mayor diversidad). Colima tiene representación de 15% de los reptiles del país, 117 especies incluidas en 25 familias. El género de lagartijas *Sceloporus* es uno de los más diversos. De las 58 especies endémicas, 13 son de distribución restringida, de ellas la lagartija *Urosaurus auricularis* es exclusiva de isla Socorro y *U. clarionensis* y la serpiente *Masticophis anthony*, habitan exclusivamente en isla Clarión. Aunque 48% se encuentran en riesgo, para la mayoría no se tienen datos sobre el estado de sus poblaciones. El grupo de tortugas marinas y *Crocodylus acutus* son los más estudiados.

Las aves es el grupo más conocido a nivel mundial. En Colima se han registrado 441 especies (sin incluir las de islas Revillagigedo), representan 41% de la riqueza nacional. Las familias con más especies son la de los chipes (Parulidae, 37) y mosqueros (Tyrannidae, 31). En la entidad se encuentran 43 especies endémicas, 15% se encuentran en una categoría de riesgo. En el archipiélago de Revillagigedo se han registrado 135 especies de aves terrestres y marinas, tres se encuentran en peligro de extinción: *Puffinus auricularis auricularis*, *Aratinga holochlora brevipes* y *Mimodes graysoni*.

El territorio colimense se ubica en una de las regiones con mayor diversidad y mayor número de especies endémicas de mamíferos, 129 especies (27% del nacional), de las cuales 31 son endémicas para México. El orden Chiroptera (murciélagos) es el más diverso, posteriormente está Rodentia (roedores). En el bosque tropical se encuentra la mayor diversidad. Su conocimiento en la entidad es limitado. 15% de sus especies de mamíferos se encuentran en alguna categoría de riesgo. Destacan cinco especies en peligro de extinción: *Tamandua mexicana, Musonycteris harrisoni, Leopardus pardalis, L. wiedii* y *Panthera onca.*

En esta sección se abunda también sobre las características de cinco géneros de relevancia: *Macrotus,* murciélagos de orejas largas, relevante en el control de insectos; *Procyon lotor* (mapache); ardillas arborícolas del género *Sciurus*; y *Spermophilus*, ardillas terrestres. Se incluye también información sobre *Peromyscus,* uno de los géneros más diversos en México, con cuatro especies para la entidad.

Un estudio de caso es incluido para tratar al ratón casero *Mus musculus.* Y en otro se trata al *Puma concolor*, con importante presencia en el complejo volcánico de Colima.

A pesar que el conocimiento sobre los vertebrados es mucho mayor que en otros grupo biológicos, aún resulta básico e incluso insuficiente, especialmente en lo relativo a su presencia en las diferentes regiones del estado. Si bien destaca el complejo Revillagigedo por su presencia de especies endémicas, Colima incluye una de las porciones del país con alta diversidad para vertebrados terrestres, donde la conservación de los bosques tropicales es crucial para su mantenimiento y para su diversidad, mientras que para los peces el nivel de atención derivará en acciones de diversa índole que permitan atender las particularidades para las especies dulceacuícolas, arrecifales y marino-estuarinas.

# Peces marinos y estuarino-lagunares (Chondrichthyes y Actinopterygii)

Adrián F. González-Acosta
Nicolás Álvarez-Pliego
José Luis Castro-Aguirre (†)

## Descripción

La fauna de peces (ictiofauna) costeros del estado podría dividirse en tres grupos, de acuerdo con sus preferencias de hábitat:

1. Las especies propias de ambientes rocosos (fondos duros de tipo coralino, grava gruesa y tobas volcánicas), que tienen un estrecho rango de adaptación a las condiciones del medio ambiente (estenotópicas). En esta categoría se encuentran la mayoría de los peces que se localizan en las islas Revillagigedo.
2. Los habitantes de fondos suaves, sean de arena, lodo, fango o limo; que pueden permanecer en cualquier tipo de fondo durante ciertos lapsos (euritópicas). Algunas de estas especies llegan a incursionar hacia ambientes con salinidad variable (lagunas costeras mixohalinas o hipersalinas y estuarios).
3. Las especies que habitan en aguas oceánicas (pelágicas), costeras o demersales (que viven asociadas o cerca del fondo), conformado por peces cartilaginosos (condrictios) y óseos (teleósteos), y cuya distribución cosmopolita les confiere escaso o nulo valor como indicadores biogeográficos (Briggs 1960, 1974, Parin 1970). Castro-Aguirre *et al.* (1999) hacen una descripción más detallada sobre aspectos ecológicos y biogeográficos de estos grupos de peces.

Los peces marinos de Colima han sido objeto de diferentes estudios con diferentes enfoques: *a)* relacionados con las pesquerías de la entidad (Espino-Barr *et al.* 2002, 2003); *b)* de índole ecológico, analizando patrones

González-Acosta, A.F., N. Álvarez-Pliego y J.L. Castro-Aguirre. 2016. Peces marinos y estuarino-lagunares (Chondrichthyes y Actinopterygii). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 405-412.

de distribución y abundancia (Mariscal Romero *et al.* 1998, Cabral-Solís y Espino-Barr 2004, Chávez-Comparan y Macías-Zamora 2006); y *c)* estudios biológicos para la determinación de edad, crecimiento, maduración sexual, alimentación, etc. (Espino-Barr *et al.* 2004, Lucano-Ramírez *et al.* 2008). Sin embargo, la mayoría de estos estudios carecen de una base taxonómica adecuada y podrían basarse en identificaciones incorrectas o poco confiables (censos visuales), debido al poco o nulo conocimiento de bibliografía ictiológica apropiada.

A pesar de la escasez o ausencia de ejemplares testigo (voucher) depositados en colecciones de referencia con reconocimiento académico, existen algunas contribuciones que contienen información sobre la ictiofauna de Colima (que incluyen el archipiélago de Revillagigedo) derivadas del análisis crítico del material depositado en colecciones de referencia y de una adecuada revisión bibliográfica (Castro-Aguirre y Balart 2002, Castro-Aguirre *et al.* 2006, Mariscal-Romero y van der Heiden 2006, Moncayo-Estrada *et al.* 2006).

Este estudio documenta la diversidad de la ictiofauna marina, estuarina y lagunar de Colima, a partir del material biológico localizado en dos instituciones: 1) la colección de peces del Departamento de Zoología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN), que preserva muestras de varias expediciones a las islas Revillagigedo y litorales de Colima y, 2) la colección nacional de peces en el Instituto de Biología de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México), que contiene importantes especímenes recolectados en diversas campañas de exploración en tales localidades. Asimismo, se revisó material no catalogado de la incipiente colección de referencia del CRIP-Manzanillo y se consultó literatura especializada.

Las siguientes son publicaciones de particular importancia que permitieron elaborar, con mayor exactitud y fidelidad, la lista sistemática incluida en el presente estudio: Jordan y McGregor (1899), Snodgrass y Heller (1905), Fowler (1944), Ricker (1959a, 1959b), Castañeda-Beltrán (1988), McCosker y Rosenblatt (1993), Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez (1996), Castro-Aguirre y Balart (2002), Espino-Barr *et al.* (2002, 2003), Espinosa-Pérez *et al.* (2004), Castro-Aguirre *et al.* (2006) y Mariscal-Romero y van der Heiden (2006). El elenco sistemático se estructuró con el criterio de Nelson (2006) y los peces cartilaginosos se ordenaron de acuerdo con el sistema de Compagno (1999).

## Diversidad y distribución

La ictiofauna marino-costera del estado se compone de 414 especies agrupadas en 252 géneros, 96 familias, 26 órdenes y dos clases de peces (apéndice 1). La clase Chondrichthyes está representada por dos subclases: Elasmobranchii (14 familias, 27 géneros y 48 especies) y Holocephali (dos familias, dos géneros y dos especies). Dentro de los elasmobranquios, la familia con mayor diversidad es Carcharhinidae (siete géneros y 17 especies) y el género *Carcharhinus* es el más diverso, ya que tiene 11 especies (22% de toda la clase).

Los teleósteos (Clase Actinopterygii: División Teleostei) comprenden 88% de las especies registradas para el litoral de Colima. Dentro de éstos

se incluyen 24 órdenes, 86 familias, 222 géneros y 364 especies. El orden que contiene la mayor diversidad es el de los Perciformes (43 familias, 133 géneros y 216 especies); las familias que tienen la mayor riqueza específica son: Carangidae (14 géneros y 28 especies), Haemulidae (nueve géneros y 17 especies), Labridae y Serranidae (seis géneros y 13 especies cada una) y Sciaenidae con seis géneros y 12 especies, las cuales en su conjunto contienen 39% de las especies de este orden, 23% de la clase y 20.2% del total de especies aquí registradas.

Otros órdenes de teleósteos que destacan por su riqueza son los Pleuronectiformes (cuatro familias, 13 géneros y 25 especies), en donde la familia Paralichthydae es la de mayor riqueza con siete géneros y 14 especies. Por su parte, los Tetraodontiformes tienen seis familias, 17 géneros y 25 especies, en donde destaca la familia Balistidae con seis géneros y siete especies.

Entre los Anguilliformes (dos familias, nueve géneros y 20 especies), sobresale la familia Muraenidae con cinco géneros y 15 especies, y dentro de ésta, el género *Gymnothorax* con siete especies. En los Beloniformes (cuatro familias, 14 géneros y 22 especies), destaca la familia Exocoetidae que contiene siete géneros y 15 especies, y dentro de ella sobresale el género *Cheilopogon* con cinco especies.

Desde el punto de vista ecológico, un gran porcentaje de las especies marino-estuarinas del litoral colimense corresponden a la categoría de especies neríticas o litorales, de las cuales 82.7% corresponden a la zona intermareal seguidas por las bénticas (del fondo, 75.6%) y pelágicas (nado libre, 27.5%) y en menor proporción las estuarinas y abisales (cuadro 1). En términos de su hábitat, 42.1% (173 especies) de la ictiofauna colimense se encuentra sobre sustratos duros o rocosos, mientras que alrededor de 56.4% (232 especies) habita sobre sustratos de fango y arena (fondos blandos).

Cuadro 1. Número de especies por categoría ecológica o afinidad biogeográfica. Fuente: elaboración propia.

| | Núm. especies |
|---|---|
| **Categoría ecológica:** | |
| Especies pelágicas | 106 |
| Especies neríticas | 359 |
| Especies bénticas | 332 |
| Especies arquibénticas/abisales | 12 |
| Especies estuarino lagunares | 38 |
| **Afinidad biogeográfica:** | |
| Circuntropical | 57 |
| Anfipacífica | 64 |
| Endémica del Pacífico oriental | 291 |
| Anfiamericana | 14 |
| Isla Revillagigedo | 244 |
| Litoral continental de Colima | 291 |

Las afinidades biogeográficas que muestra la ictiofauna marino estuarina de Colima corresponden en mayor proporción a formas endémicas del Pacífico oriental tropical (68%), que se localizan en el litoral del estado (68.8%) y un gran número a especies que se localizan en las inmediaciones del archipiélago Revillagigedo (56.7%). En menor proporción están las que muestran distribución circuntropical, en ambas costas del océano Pacífico (anfipacífica) y en ambas costas del continente Americano (anfiamericanas) (cuadro 1). En el apéndice 1 se presenta el elenco sistemático, ecológico y biogeográfico de la ictiofauna marina y estuarino-lagunar del estado.

El número de especies que componen la ictiofauna colimense contrasta de manera notable con los mencionados para Jalisco y Michoacán (cuadro 2), ya que los inventarios en las costas de Colima indican un número menor de especies (Aguilar-Palomino *et al.* 1996). Tales diferencias se han adjudicado a la escasa exploración y recolecta ictiológica desarrollada en la región, la selectividad de los métodos de recolecta utilizados (Castro-Aguirre *et al.* 2006) y el mayor esfuerzo de investigación dirigido a especies de interés pesquero (Espino-Barr *et al.* 2002, 2003, 2004).

A pesar de lo anterior, Colima muestra similitud en términos de composición específica con los estados antes referidos y otros localizados al norte (Nayarit y Sinaloa) y sur del país (Guerrero y Oaxaca); este hecho sugiere la posibilidad de considerarlos como un continuo, tanto en lo referente a los componentes de la parte litoral, como a la oceánica e insular (Castro-Aguirre *et al.* 1999, 2006, Mariscal Romero y van der Heiden 2006, Moncayo-Estrada *et al.* 2006). Este fenómeno podría explicarse debido a la ubicación geográfica de estas entidades políticas, que coincide con la provincia mexicana de Briggs (1974), la cual está delimitada con base en la distribución de grupos de peces asociados a fondos rocosos y coralinos (sustratos duros), que no corresponde con exactitud a las formas que habitan sobre sustratos blandos (fango-arenosos).

Es importante destacar, de modo particular, en la ictiofauna colimense la presencia de algunos holocéfalos (quimeras), particularmente dos especies: *Harriota raleighiana* (Rhinochimaeridae), primer registro en aguas mexicanas y segundo en el Pacífico oriental tropical (Castro-Aguirre *et al.* 2007) e *Hydrolagus macrophtalmus* (Chimaeridae), cuya distribución sólo era conocida en Chile y Perú (González-Acosta *et al.* 2010). En cuanto a los teleósteos, también se han dado nuevos registros en la zona, como la presencia del pez granadero *Coryphaenoides oreinos* (Macrouridae) (Castro-Aguirre *et al.* 2007). Estos hallazgos, en su conjunto, representan nuevas adiciones para la ictiofauna de México (figura 1).

**Cuadro 2.** Estudios ícticos realizados en Colima y áreas circunvecinas. Localidades: LC = laguna Cuyutlán, LCC = litoral costero de Colima, JC = Jalisco-Colima, JCM = Jalisco, Colima y Michoacán, IR = islas Revillagigedo. Taxones: C = clases, O = órdenes, F = familias, G = géneros y S = especies.
Fuente: elaboración propia.

| Fuente | Localidad | Taxones | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C | O | F | G | S |
| Aguilar-Palomino *et al.* (1996) | JC | 2 | 17 | 54 | 98 | 140 |
| Cabral-Solís y Espino-Barr (2004) | LC | 1 | 10 | 19 | 25 | 28 |
| Castro-Aguirre y Balart (2002) | IR | 2 | 17 | 95 | 151 | 228 |
| Castro-Aguirre *et al.* (2006) | JCM | 2 | 15 | 93 | 213 | 373 |
| Chávez-Comparan y Macías-Zamora (2006) | LCC | 2 | 8 | 29 | 54 | 72 |
| Este trabajo | LCC-IR | 2 | 26 | 99 | 256 | 411 |




**Figura 1.** Ictiofauna marino-estuarina, representativa de Colima, México: a) *Harriota raleighiana* (Rhinochimaeridae), b) *Hydrolagus macrophthalmus* (Chimaeridae), c) *Coryphaenoides oreinos* (Macrouridae), d) *Zanclus cornutus* (Zanclidae), e) *Microspathodon dorsalis* (Pomacentridae), f) *Johnrandallia nigrirostris* (Chaetodontidae), g) *Epinephelus labriformis* (Epinephelidae) y h) *Scarus rubroviolaceus* (Scaridae).
Fotos: Adrián F. González-Acosta, Nicolás Álvarez-Pliego y José Luis Castro-Aguirre (†).

## Conclusiones

Es necesario e impostergable tomar medidas tendientes a un mejor aprovechamiento de los recursos costeros del estado, así como prevenir los efectos negativos provocados por el acelerado desarrollo que han tenido las áreas localizadas a lo largo de sus costas. Ejemplos de este desarrollo son las diversas obras de ingeniería: marinas, canales, puertos turísticos e industriales; cuyos impactos están teniendo consecuencias irreversibles sobre las comunidades marinas, y eso es reflejado en el detrimento de algunas pesquerías locales (Cabral-Solís y Espino-Barr 2004, Chávez-Comparan y Macías-Zamora 2006).

El inventario que se incluye en este estudio pretende contribuir a un mayor conocimiento de la ictiodiversidad de Colima y ser la base de futuros estudios, que junto con otras contribuciones contenidas en esta obra podrán permitir conocer más sobre las relaciones entre las comunidades de peces y sus ambientes. El estudio y conocimiento de la ictiofauna del estado proveerá las condiciones para diseñar e implementar estrategias y programas para su conservación.

## Referencias


NOTA. Durante la edición final de este manuscrito se realizó la actualización taxonómica de la ictiofauna según lo establecido en: Page, L.M., H. Espinosa-Pérez, L.T. Findley, *et al.* 2013. *Common and scientific names of fishes from the United States, Canada and Mexico.* 7th edition. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, Special Publication 34 y Eschmeyer, W. N. (ed.). 2014. *Catalog of fishes: genera, species, references.* En: <*http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatnain,asp*>. Última consulta noviembre de 2015.

Aguilar-Palomino, B., J.M. Mariscal-Romero, L.E. Rodríguez-Ibarra, *et al.* 1996. Ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. *Ciencias Marinas* 22:469-481.

Briggs, J.C. 1960. Fishes of worldwide (circumtropical) distribution. *Copeia* 3:171-180.

——— . 1974. *Marine zoogeography*. McGraw-Hill. Nueva York.

Cabral-Solís, E.G. y E. Espino-Barr. 2004. Distribución y abundancia espacio-temporal de los peces en la laguna de Cuyutlán, Colima, México. *Oceánides* 19:19-27.

Castañeda-Beltrán, E. 1988. Prospección de la fauna ictiológica de isla Clarión, México. *Biología Marina* 4:97-136.

Castro-Aguirre, J.L. y E.F. Balart. 2002. La ictiofauna de las islas Revillagigedo y sus relaciones zoogeográficas, con comentarios acerca de su origen y evolución. En: *Libro jubilar en honor al Dr. Salvador Contreras Balderas*. M.L. Lozano-Villano (ed.). Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), México, pp. 153-170.

Castro-Aguirre, J.L. y H. Espinosa. 1996. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). En: *Listados faunísticos de México, 8*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM), México, 75 pp.

Castro-Aguirre, J.L., H. Espinosa P. y J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarina, lagunar y vicaria de México*. Editorial Limusa-Noriega. México.

Castro-Aguirre, J.L., A.F. González-Acosta, N. Álvarez-Pliego, *et al.* 2007. Nuevo registro de *Coryphaenoides oreinos* (Teleostei: Gadiformes:

Macrouridae) en el Pacífico central mexicano. *Hidrobiológica* 17:189-192.

Castro-Aguirre, J.L., A.F. González-Acosta, J. Cruz Agüero, *et al.* 2006. Ictiofauna marina-costera del Pacífico central mexicano: análisis preliminar de su riqueza y relaciones biogeográficas. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán*. M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (eds.). Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo (CRIP-Manzanillo), Colima/Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA), México, pp. 149-165.

Chávez-Comparan, J.C. y R. Macías-Zamora. 2006. Structure of reef fish communities in the littoral of Colima, México. *Journal of Biological Sciences* 6:65-75.

Compagno, J.L.V. 1999. Systematics and body form. En: *Sharks, skates, and rays. The biology of elasmobranch fishes*. W.C. Hamlett (ed.). The John Hopkins University Press, Baltimore, pp. 1-42.

Espino-Barr, E., A. Ruiz-Luna y A. García-Boa. 2002. Changes in tropical fish assemblages associated with small scale fisheries: a case study in the Pacific off central México. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12:393-401.

Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero y A. García-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/INAPESCA/CRIP-Manzanillo. México.

Espino-Barr, E., M. Gallardo-Cabello, F. González-Orozco, *et al.* 2004. Análisis del crecimiento y la mortalidad de *Anisotremus interruptus* (Gill), (Perciformes: Haemulidae) en la costa de Colima, México. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 33:69-77.

Espinosa-Pérez, H., J.L. Castro-Aguirre y L. Huidobro-Campos. 2004. *Listados faunísticos de México. XI. Catálogo sistemático de tiburones (Elasmobranchii: Selachimorpha)*. IBUNAM/UNAM. México, D.F.

Fowler, H.W. 1944. The fishes. Results of the fifth George Vanderbilt Expedition (1941) (Bahamas, Caribbean Sea, Panama, Galapagos Archipelago and Mexican Pacific islands). *Monographs of the Philadelphia Academy of Natural Sciences* 6:57-583.

González-Acosta, A.F., J.L. Castro-Aguirre, D.A. Didier, *et al.* 2010. Occurrence of *Hydrolagus macrophtalmus* (Chondrichthyes: Holocephali: Chimaeridae) in the northeastern Pacific. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81:197-201.

Jordan, D.S. y R.C. Mcgregor. 1899. A list of fishes collected at the Revillagigedo Archipelago and neighboring islands. *Report of the United States Fish Commissioner for 1898-1899*. 24:271-284.

Lucano-Ramírez, G., S. Ruiz-Ramírez, J.A. Rojo-Vázquez, *et al.* 2008. Reproducción de la morena, *Gymnotorax equatorialis* (Pisces: Muraenidae) en Jalisco y Colima, México. *Revista de Biología Tropical* 56:153-163.

Mariscal Romero, J., B. Aguilar-Palomino, G. Lucano-Ramírez, *et al.* 1998. Asociación de peces demersales de la plataforma continental de Colima y Jalisco, México (Primavera 1995). *Ciencias Marinas* 24:35-54.

Mariscal Romero, J. y A.M. van der Heiden. 2006. Peces de importancia ecológica y comercial asociados a fondos blandos en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y Michoacán*. M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (eds.). CRIP-Manzanillo, Colima/INAPESCA, México, pp. 180-195.

Mccosker, J.E. y R. H. Rosenblatt. 1993. A revision of the snake eel genus *Myrichthys* (Anguilliformes: Ophichthidae) with the description of a new eastern Pacific species. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 48:153-169.

Moncayo-Estrada, R., J.L. Castro-Aguirre y J. de la Cruz-Agüero. 2006. Lista sistemática de la ictiofauna de bahía de Banderas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:67-80.

Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world*. 4ª edición. John Wiley and Sons. Nueva York.

Parin, N.V. 1970. *Ichthyofauna of the epipelagic zone*. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem.

Ricker, K.E. 1959a. Mexican shore and pelagic fishes collected from Acapulco to Cape San Lucas during the 1957 cruise of the "Marijean". *Museum Contributions of the Institute of Fisheries, University of British Columbia* 3:1-18.

Ricker, K.E. 1959b. Fishes collected from the Revillagigedo islands during the 1954-1958 cruises of the "Marijean". *Museum Contributions of the Institute of Fisheries, University of British Columbia* 4:1-10.

Snodgrass, R.E. y E. Heller. 1905. Shore fishes of the Revillagigedo, Clipperton, Cocos and Galapagos Islands. *Proceedings of the Washington Academy of Sciences* 6:333-427.

# Peces arrecifales (Actinopterygii)

Juan Carlos Chávez-Comparan

G. Ruiz-Campos

O. Cervantes-Rosas

G. A. Jiménez-Ramón

B. Lara-Chávez

## Descripción

Los arrecifes coralinos cuentan con la mayor diversidad de especies de peces en el océano. Los peces juegan un papel clave en la estructura trófica del sistema coralino y están íntimamente asociados con el sustrato rocoso o de coral, pues representan importantes fuentes de alimentación, refugio y reproducción (Villarreal-Cavazos 1988). Las especies presentes en los arrecifes coralinos exhiben patrones de coloración exclusivos que permiten diferenciarlas (Jiménez-Gutiérrez y Elorduy-Garay 1999, Thomson *et al.* 2000) (figura 1 y 2).



**Figura 1.** Ídolo moro (*Zanclus cornutus*). Foto: J.C. Chávez Comparan.

Chávez-Comparán, J.C., G. Ruiz-Campos, O. Cervantes-Rosas, G.A. Jiménez-Ramón y B. Lara-Chávez 2016. Peces arrecifales (Actinopterygii). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 413-419.



**Figura 2.** Soldado (*Myripristis leiognathus*).
Foto: J.C. Chávez Comparan.

La diversidad de especies de peces asociada a los arrecifes de las costas de Colima está relacionada con la resistencia del ecosistema ante efectos ambientales adversos (Naeem 1998), de ahí la relevancia de realizar estudios que documenten dicha diversidad. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la diversidad de la fauna ictiológica (peces) arrecifal de Colima, esto se realizó mediante la técnica de observación visual con buceo autónomo (Brohnsak y Bannerot 1986), entre 2003 y 2012. Las especies se identificaron y cuantificaron *in situ*, además de ser fotografiadas para integrar un catálogo digital y confirmar sus características morfológicas. La identificación de las especies se realizó mediante el uso de guías taxonómicas para especies de la región (Goodson 1988, Gotshall 1989, Allen y Robertson 1994, Thomson *et al.* 2000). La lista sistemática de los taxones sigue el orden de Nelson (1994).

## Diversidad y distribución

El litoral del estado se caracteriza por una estrecha plataforma continental, lo cual reduce su potencial pesquero en comparación con otras entidades federativas. Sin embargo, su clima subtropical y la configuración de la costa, con sus múltiples esteros y lagunas, promontorios rocosos, acantilados y arrecifes coralinos lo hacen rico en diversidad de especies marinas, sobre todo de fauna ictiológica.

El litoral, con aproximadamente 160 km de longitud, consta en su mayor parte de playas arenosas, aunque existen promontorios de tipo rocoso como las puntas Carrizales, Juluapan, Campos y Salahua. Debido a que el sustrato duro en el cual se fija el pólipo de coral es producto de las rocas de basalto oscuro, procedentes de los derrumbes de los cerros adyacentes, la configuración del arrecife colimense es en forma de parches. Las bahías de Manzanillo y Santiago poseen la mayor parte de la costa rocosa y los arrecifes coralinos que existen en el litoral colimense.

Para el estado se han reportado 28 (80%) de las 35 especies de coral conocidas para el Pacífico mexicano, ubicándolo como uno de los de mayor diversidad de especies (Reyes-Bonilla *et al.* 2005). Por esa razón la CONABIO considera a un fragmento del litoral colimense como área marina prioritaria para su conservación, sujeta a recibir apoyos en la realización de trabajos de investigación. De acuerdo con Reyes-Bonilla *et al.* (2005), las especies de coral más comunes en Colima son: *Pocillopora capitata*, *P. damicornis, P. elegans, P. eydoux, P. meandrina, P. verrucosa, P. woodjonesi, Porites arnaudi, P. australiensis, P. lichen, P. lobata, P. lutea, P. panamensis, P. profundacella, P. stellata, P superficialis, Pavona clavus, P. duerdeni, P. gigantea, P. maldivensis, P. minuta, P. varians, Fungia curvata, F. distorta, F. vaughani* y *Paracyathus humilis* (figura 3).



**Figura 3.** Halcón de coral (*Cirrhichthys oxycephalus*). Foto: J.C. Chávez Comparan.

El total de especies de peces registradas en este trabajo es de 106 (apéndice 1), las cuales están ubicadas en 39 familias. Las familias con mayor número de especies fueron: Labridae con 10, seguida por Serranidae con ocho y Pomacentridae y Lutjanidae con siete.

La localización geográfica del litoral de Colima, en la parte central del Pacífico mexicano, permite analizar las afinidades zoogeográficas de las especies ícticas que ahí concurren para conocer los aspectos evolutivos de la distribución de las especies. La documentación de los patrones de distribución geográfica de las especies (apéndice 1) utilizó el criterio de regionalización zoogeográfica propuesto por Briggs (1974) y aplicado por Castro-Aguirre *et al.* (2006), mismo que incluye los siguientes patrones de distribución: distribución Anfiamericana (AA), distribución Anfipacífica (AP), provincia Sandieguina (PS), provincia Sinuscaliforniana (PSC), provincia Mexicana (PM), provincia Panámica (PP) y Circuntropical (CT).

Del total de especies registradas, 76 (72%) se distribuyen de manera muy amplia desde la PSC a la PP, otras 35 (33%) desde la PS a la PP, 11 especies (10%) con distribución AP, tres especies con AA (2.8%) y, por último, la CT con siete especies (6.6%) (figura 4).



**Figura 4.** Jaqueta gigante (*Microspathodon dorsalis*). Foto: J.C. Chávez Comparan.

El cuadro 1 compara el número de especies presentes en el litoral del estado con el de otras regiones del Pacífico mexicano. Es importante resaltar que el número de especies varía de acuerdo con el tamaño de la región. Por ejemplo, en el golfo de California se tienen registradas 271 especies en un perímetro litoral de más de 2 000 km (Thomson *et al.* 2000).

En el trabajo realizado por Castro-Aguirre *et al.* (2006) sobre la ictiofauna marina y costera de Jalisco, Colima y Michoacán, se documenta

**Cuadro 1.** Número de especies de peces de arrecifes registrados en otros estudios del Pacífico mexicano. Fuente: elaboración propia.

| Localidad | Especies | Referencias |
|---|---|---|
| Golfo de California | 271 | Thomson *et al.* 2000 |
| Sureste del golfo de California | 86 | Trujillo-Millan *et al.* 2006 |
| Huatulco, Oaxaca | 51 | Barrientos-Villalobos *et al.* 2000 |
| Bahía de Tenacatita, Jalisco | 49 | Pérez-España y Saucedo-Lozano 2000 |
| Bahía Banderas, Jalisco | 71 | Solís-Gil y Jiménez-Quiroz 2006 |
| Isla Cerralvo, Baja California Sur | 90 | Jiménez-Gutiérrez 1999 |
| Bahía de Acapulco | 114 | Palacios-Salgado 2005 |
| Bahía de Manzanillo y Santiago, Colima | 72 | Chávez-Comparan *et al.* 2006 |
| Ensenada Carrizales, Colima | 89 | Chávez-Comparan 2009 |
| Litoral rocoso-arrecifal de Colima | 106 | Este libro |

**Cuadro 2.** Número de especies de peces (N total) registradas en diferentes sitios del Pacífico mexicano y en común con el litoral rocoso y coralino de Colima (N común y porcentual). Fuente: elaboración propia.

| Sitios arrecifales Pacífico mexicano | N total | N común con litoral de Colima | % | Referencia |
|---|---|---|---|---|
| Isla Cerralvo, BCS | 89 | 70 | 79 | Jiménez-Gutiérrez 1999 |
| Bahía de La Paz, BCS | 80 | 65 | 81 | Arreola-Robles 1998 |
| Cabo Pulmo, BCS | 63 | 51 | 81 | Álvarez-Filip 2004 |
| Bahía Banderas, Jalisco | 71 | 48 | 67 | Solís y Jiménez 2006 |
| Bahía Tenacatita, Jalisco | 64 | 58 | 90 | Galván-Villa *et al.* 2011 |
| Isla Socorro, Colima | 83 | 51 | 61 | Chávez *et al.* 2010 |
| Acapulco, Guerrero | 114 | 76 | 67 | Palacios-Salgado 2005. |
| Huatulco, Oaxaca | 63 | 49 | 77 | Barco-Servín 2004 |

una lista de 373 especies agrupadas en 93 familias asociadas a una variedad de hábitats. Haciendo una comparación porcentual con otros sitios rocosos arrecifales del Pacífico mexicano, la presente lista incorpora entre 67 y 90% del total de las especies encontradas en otros sitios (cuadro 2).

## Importancia

La gran diversidad de especies presentes en los ecosistemas rocosos y coralinos, y los servicios ambientales que prestan, han llevado a que sean valorados y protegidos en casi todo el mundo. En el caso de Pacífico mexicano existen pocas áreas naturales protegidas marinas, entre ellas Alto golfo de California, Archipiélago Revillagigedo y Cabo Pulmo, en Baja California Sur. Por su parte, la CONABIO reconoce solamente a la zona de Punta Carrizales como área marítima prioritaria en el estado, la cual se caracteriza por su ecosistema rocoso coralino.

El valor de los peces del litoral rocoso del estado no debe estimarse solamente aplicando criterios comerciales, existen otros atributos que ofrece la fauna ictiológica relacionados con su uso, tanto activo, directo como indirecto. El valor de uso activo se deriva del aprovechamiento directo para consumo alimenticio, acuarios y pesca deportiva, además de usos



**FIGURA 5.** Especie protegida, ángel de Cortez (*Pomacanthus zonipectus*). Foto: J.C. Chávez Comparan.

activos indirectos como el ecoturismo de buceo libre o autónomo. Es importante resaltar que el litoral del estado tiene dos áreas de alta concentración de arrecifes de coral, Punta Carrizales y La Boquita, en la playa Miramar. Este último se ha ido deteriorando paulatinamente debido a la facilidad de acceso y las prácticas de ecoturismo mal aplicadas.

Para la ictiofauna arrecifal, las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) sólo incluye dos especies: *Pomacanthus zonipectus* y *Holocanthus passer*, en la categoría de "bajo protección especial".

## Amenazas y conservación

Las actividades humanas relacionadas con el acelerado desarrollo costero del litoral de Colima pueden ocasionar severos cambios ambientales que afecten a los arrecifes. Por ejemplo: el crecimiento urbano de la ciudad de Manzanillo, los proyectos turísticos como marinas (laguna Juluapan), los proyectos industriales como la planta regasificadora (laguna de Cuyutlán) y las ampliaciones portuarias (laguna San Pedrito y laguna de Cuyutlán) parecen ser factores que están afectando a estos ecosistemas.

Existen áreas de la costa donde el desarrollo urbano sin planificación ha destruido los manglares y con esto ha afectado a los arrecifes coralinos, pues existen estudios que demuestran que ambos ecosistemas están más estrechamente conectados de lo que se pensaba. Por ejemplo, el aporte de material orgánico de los manglares hacia el litoral resulta en un incremento en la biomasa de los peces que habitan los arrecifes de coral (Mumby *et al.* 2004), de ahí la importancia de conservarlos de manera conjunta. Otra amenaza para algunas especies coralinas es la pesca furtiva con fines de ornato.

## Conclusiones

La ictiofauna arrecifal es uno de los componentes biológicos más ricos de Colima. Las áreas de concentración de esta fauna están bien identificadas, resaltando la de punta Carrizales, donde se encuentra el sitio arrecifal más importante del estado. Debido a su nivel de conservación y a la gran diversidad y biomasa del sitio se recomienda declararlo ANP. Cabe indicar que esta medida de conservación daría lugar al primer sitio marino que el estado tendría dentro de esta categoría.

## Referencias


Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1994. *Peces del Pacífico oriental tropical.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/ Agrupación Sierra Madre/Cementos Mexicanos (CEMEX). México.

Briggs, J.C. 1974. *Marine zoogeography.* McGraw-Hill. Nueva York.

Brohnsak, J.A. y S.P. Bannerot. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. *NOAA Technical Report NMFS* 41:1-15.

Castro-Aguirre, J.L., A.F. González-Acosta, J. Cruz Agüero, *et al.* 2006. Ictiofauna marina-costera del Pacífico central mexicano: análisis preliminar de su riqueza y relaciones biogeográficas. En: *Recursos marinos y acuícolas de la región de Jalisco, Colima y*

*Michoacán*. M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (eds.). Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo (CRIP-Manzanillo)/Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA). México, pp. 149-165.

Chávez-Comparan, J.C. 2009. *Caracterización y estructura de la ictiofauna de arrecifes rocosos y coralinos en Punta Carrizal, Colima, México para fines de inventario y conservación de la diversidad animal.* Universidad de Colima. Informe final SNIB-CONABIO proyecto núm. DJ020. México D.F.

Chávez-Comparan, J.C., E. Espino- Barr y B. Lara-Chávez. 2006. Peces de arrecifes rocosos de las bahías de Manzanillo y Santiago, Colima, México. En: *Los recursos pesqueros y acuícola de Jalisco, Colima y Michoacán.* M.C. Jiménez- Quiroz y E. Espino Barr (eds.). INAPESCA, SAGARPA. México, pp 174-179.

Goodson, G. 1988. *Fishes of Pacific coast.* Stanford University Press. Standford, California.

Gotshall, D.W. 1989. *Pacific coast inshore fishes.* Sea Challenger. Monterrey Bay, California.

Jiménez-Gutiérrez, S. y J.F. Elorduy-Garay. 1999. Abundancia y estructura de las asociaciones de peces de arrecife rocoso en la zona de isla Cerralvo, B.C.S., México. En: *I Simposio Internacional sobre el Mar de Cortés*. Hermosillo, Sonora.

Mumby, P.J., A.J. Edwars, J.E. Arias-González, *et al.* 2004. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature* 427:533-536.

Naeem, S. 1998. Species redundancy and ecosystem reliability. *Conservation Biology* 12:39-45.

Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the world.* 3ª edition. John Wiley. Nueva York.

Reyes-Bonilla, H., L. Calderón Aguilera, G. Cruz- Piñón, *et al.* 2005. *Atlas de corales pétreos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico mexicano*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)/CONABIO/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)/UABCS/Universidad de Guadalajara (UDG)/Universidad del Mar (UMAR). México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Thomson, D.A., L.T. Findley y A.M. Kerstich. 2000. *Reef fishes of the sea of Cortés: the rocky-shore fishes of the gulf of California.* The University of Texas Press. Austin, Texas.

Villarreal-Cavazos, A. 1988. *Distribución y diversidad de peces en el arrecife coralino de Cabo Pulmo a Los Frailes, B.C.S.* Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). La Paz, Baja California Sur, México.

# Peces continentales (Actinopterygii)

Héctor Espinosa-Pérez
Leticia Huidobro-Campos

## Descripción

Los peces son el grupo de animales vertebrados con el mayor número de especies en el mundo y en México. Su variedad morfológica, fisiológica y de comportamiento, evidencian su alto grado de adaptación a los diferentes hábitats que ocupan. Los peces pueden encontrarse en agua marina como dulce, incluyendo ríos, lagos, arroyos, mares, cuevas y cenotes; desde grandes profundidades hasta charcos, lagunas hipersalinas o en temperaturas y altitudes extremas.

A pesar de ser el vigésimo noveno estado en cuanto a extensión territorial en el país, Colima posee una ictiofauna continental considerable debido a su ubicación geográfica. Su posición en el extremo occidental del Eje Volcánico Transversal le ha otorgado una orografía e hidrografía complejas, mientras que su asociación con el océano Pacífico en la costa occidental permite la presencia de ambientes estuarinos y lagunares. Esa ubicación le brinda la oportunidad de contar con una variedad de especies con características sumamente interesantes, desde el punto de vista biológico.

Para conocer la ictiofauna de Colima es necesario conocer la hidrología general del estado, lo cual nos muestra la existencia de tres ríos importantes, conocidos como: Armería, Coahuayana y Maravasco, que nacen en el estado contiguo de Jalisco (figura 1). Los dos primeros ríos tienen importancia geopolítica, pues marcan los límites políticos de la entidad.



Espinosa-Pérez, H. y L. Huidobro-Campos. 2016. Peces continentales (Actinopterygii). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 420-430.

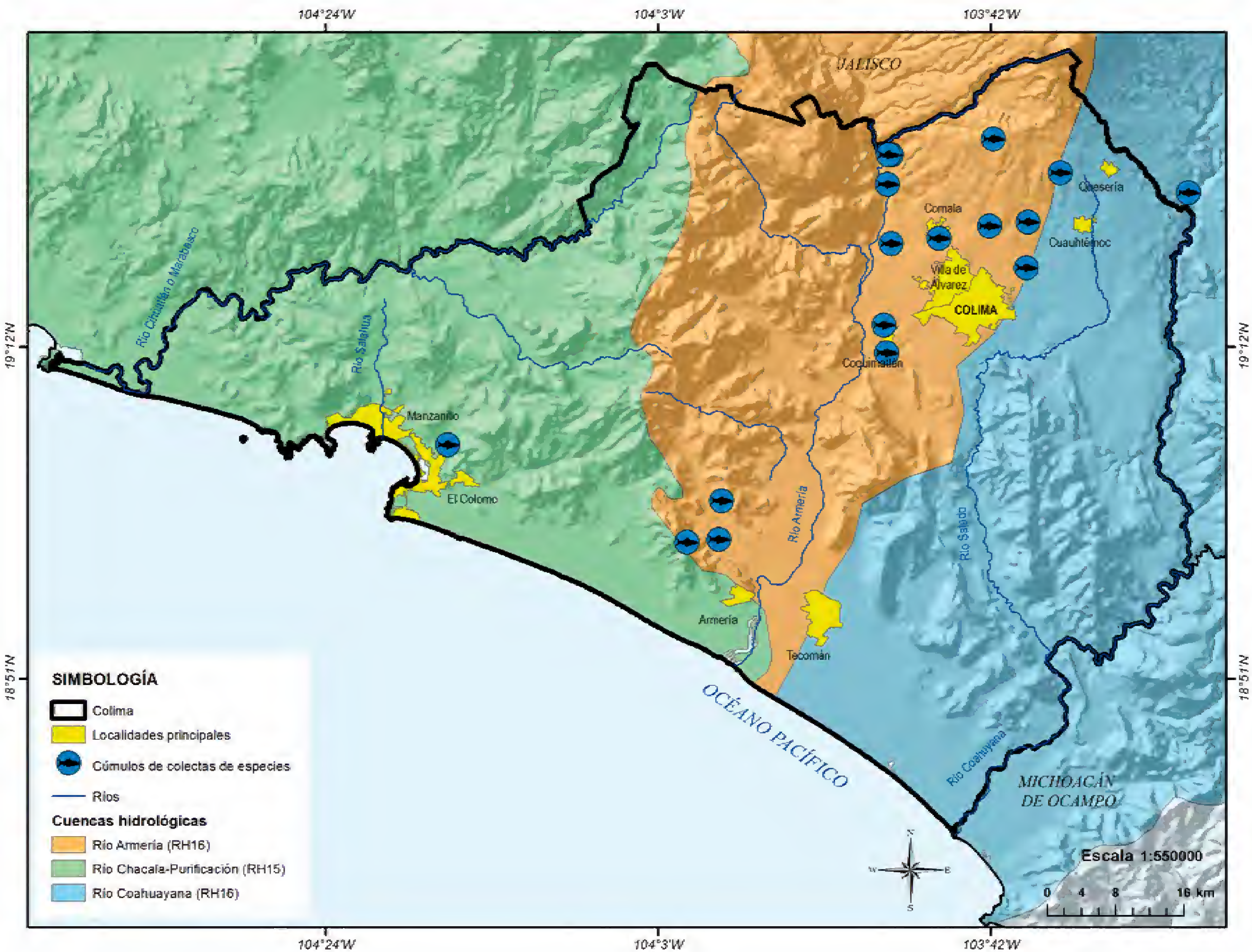



**Figura. 1.** Mapa de Colima mostrando a la izquierda el río Maravasco, al centro el Armería y a la derecha el Coahuayana. Los diferentes puntos marcados indican cúmulos de especies tomados de las bases de datos mencionadas. Fuente: elaboración propia.

## Hidrología

**Río Cihuatlán.** Nace en Autlán, Jalisco y en su curso se le conoce en Colima como el río Mamey, toma dirección este y por el oeste recibe al río Maravasco hasta desembocar en Barra de Navidad. Forma desde su nacimiento el límite de los dos estados, siendo por eso que el nombre del Maravasco domina en la parte del cauce cuya corriente es más importante. El río Cihuatlán es considerado como de cauce pequeño por sus 3 667 $km^2$ (Tamayo 1949).

**Río Armería.** Nace en las inmediaciones de Chapala y Sayula, en su curso se le unen pequeños ríos tributarios, al este, en Tolimán, toma el nombre de Armería, mismo que sigue al sur cruzando en todo su largo el estado. 70 km antes de su salida al mar recibe la carga de los ríos Tuxcacuesco, Jiquilpán, Ayuquilla y Colima. Dada la extensión del cauce del río (9 490 $km^2$), en el que se incluye tanto a Jalisco como Colima, Tamayo (1949) lo considera como de mediana extensión.

**Río Coahuayana.** Nace en el cerro del Tigre en Jalisco, al oriente de la laguna de Sayula. Con el nombre de río Tuxpan sirve de límite entre los estados de Colima y Jalisco. En su curso se le unen los ríos Ahuijayo y Barreras, tomando el nombre de Naranjo, que conserva hasta la confluencia con el Salado. Es hasta la confluencia con los escurrimientos del volcán de Colima que recibe el nombre de Coahuayana, mismo que conserva hasta su salida al mar.

**Laguna de Cuyutlán.** Es la única laguna costera importante en Colima, la cual recibe aportes escasos de agua dulce que provienen de escurrimientos que deberían llegar a la costa pero forman un sistema lagunar en el perímetro sur central del estado. Existe un canal que comunica con el mar y se cierra en la parte noroeste hacia Manzanillo, éste se ha abierto en numerosas ocasiones de forma artificial, ya que el aporte de agua dulce sólo en contadas ocasiones llega a abrir la barra. Es una laguna de aguas hipersalinas con una concentración promedio de 40.7‰ de salinidad (Lankford 1977).

Para la elaboración del presente estudio se consultaron las bases de datos de la CONABIO, NEODAT, UNIBIO y se revisaron los registros en la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la UNAM. La información recogida de estas fuentes se muestra en forma de cúmulos de puntos en el mapa (figura 1). Esta información se complementó con referencias bibliográficas para el estado (Núñez 1984, Espino *et al.* 1998).

## Diversidad y distribución

En el país se tiene registrada la presencia de poco más de 2 700 especies ícticas, de éstas, para Colima se han documentado aproximadamente 750 especies. Las que viven en aguas continentales se pueden considerar marinas, que penetran a las aguas continentales donde se encuentran los estuarios, lagunas costeras y los ríos y lagos, en donde se incluyen los cuerpos de agua lóticos y lénticos.

En el apéndice 1 se presentan 13 órdenes de peces, 29 familias, 53 géneros y 66 especies que habitan las aguas continentales de Colima. La lista está arreglada sistemáticamente de acuerdo con Nelson (2006).

Espinosa *et al.* (1993) y Miller *et al.* (2005), reportan para el país aproximadamente 500 especies de peces continentales y para el estado 60, lo que equivale a 13.4% del total nacional. Dentro de la diversidad encontrada la familia más diversa es la Goodeidae (con ocho especies), seguida por la Carangidae (seis), Gobiidae (cinco), Gerreidae, Eleotridae y Poeciliidae (cuatro), mientras que las restantes 29 familias tienen de tres a una especie. Los géneros con mayor diversidad son *Poeciliopsis, Allodontichthys* y *Lutjanus* (tres especies), mientras que los restantes 45 géneros cuentan con dos y una especie.

En el cuadro 1 se presenta el listado de especies de peces continentales. Es importante mencionar que de todas las especies cinco son primarias, 13 secundarias y una vicaria (de origen marino pero que actualmente habita en aguas dulceacuícolas). Las 48 restantes son representantes del componente marino, que penetran o pasan gran parte de su ciclo de vida en ambientes dulceacuícolas y estuarino-lagunares. Se incluyen dos especies que están documentadas como introducidas (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Sistemas hídricos donde se encuentran los peces dulceacuícolas. ME: marino estuarino, V: vicario, P: primario, S: secundario. (*): Importancia económica. Especies endémicas: E: para el estado, I: Introducido y categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| | Especie | Armería | Marabasco | Coahuayana | Lag. Cuyutlán | C.Ecol.,IE | Endemismo | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Acanthurus xanthopterus* | | | | • | ME | | |
| 2 | *Achirus mazatlanus* | | | | • | ME* | | |
| 3 | *Trinectes fonsecensis* | | | | • | ME* | | |
| 4 | *Albula nemoptera* | | | | • | ME* | | |
| 5 | *Ariopsis guatemalensis* | | | | • | ME* | | |
| 6 | *Ariopsis seemanni* | | | | • | ME* | | |
| 7 | *Oligoplites altus* | | | | • | ME* | | |
| 8 | *Caranx vinctus* | | | | • | ME* | | |
| 9 | *Caranx hippos* | | | | • | ME* | | |
| 10 | *Caran caballus* | | | | • | ME* | | |
| 11 | *Selene peruviana* | | | | • | ME | | |
| 12 | *Oligoplites saurus* | | | | • | ME* | | |
| 13 | *Scartomyzon austrinum* | • | | | | P | | |
| 14 | *Centropomus nigresces* | | | | • | ME* | | |

Cuadro 1, continúa

| | Especie | Armería | Marabasco | Coahuayana | Lag. Cuyutlán | C.Ecol.,IE | Endemismo | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | *Centropomus robalito* | | | | • | ME* | | |
| 16 | *Chanos chanos* | | | | • | E-I | | |
| 17 | *Astyanax aeneus* | • | | • | | P | | |
| 18 | *Cichlasoma istlanum* | • | | | | S | | |
| 19 | *Oreochromis aureus* | | • | | | S-I* | | |
| 20 | *Opisthonema libertate* | | | | • | ME* | | |
| 21 | *Algansea aphanea* | • | | | | P | E | A |
| 22 | *Notropis boucardi* | • | | | | P | E | A |
| 23 | *Dormitator latifrons* | | | | • | E | | |
| 24 | *Eleotris picta* | | | | • | E | | |
| 25 | *Gobiomorus maculatus* | • | | | | E | | |
| 26 | *Gobiomorus polylepis* | • | | | | E | | |
| 27 | *Elops affinis* | | | | • | ME | | |
| 28 | *Anchoa mundeola* | | | | • | ME | | |
| 29 | *Anchovia macrolepidota* | | | | • | ME | | |
| 30 | *Gerres cinereus* | | | | • | ME* | | |
| 31 | *Diapterus peruvianus* | | | | • | ME* | | |
| 32 | *Eucinostomus currani* | | | | • | ME* | | |
| 33 | *Eucinostomus argenteus* | | | | • | ME* | | |
| 34 | *Evorthodus minutus* | | | • | • | E | | |
| 35 | *Sicydium multipunctatum* | • | • | | | E | | |
| 36 | *Microgobius miraflorensis* | | | | • | ME | | |
| 37 | *Gobionellus microdon* | | | | • | ME | | |
| 38 | *Ctenogobius sagittula* | | | | • | ME | | |
| 39 | *Illyodon furcidens* | • | • | • | | S* | E | A |
| 40 | *Xenotoca eiseni* | • | | | | S* | | Pr |
| 41 | *Xenotoca melanosoma* | • | | | | S* | | P |

Cuadro 1, continúa

| | Especie | Armería | Marabasco | Coahuayana | Lag. Cuyutlán | C.Ecol.,IE | Endemismo | NOM-059-SEMARNAT-2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 42 | *Xenotaenia resolanae* | | • | | | S* | | |
| 43 | *Zoogonecticus quitzeoensis* | • | | | | S* | | A |
| 44 | *Allodontichthys hubbsi* | • | | | | S* | E | P |
| 45 | *Allodontichthys tamazulae* | • | | | | S* | E | P |
| 46 | *Allodontichthys zonistius* | • | | • | | S* | E | |
| 47 | *Haemulopsis leuciscus* | | | | • | ME* | | |
| 48 | *Hyporhamphus naos* | | | | • | ME* | | |
| 49 | *Ictalurus dugesii* | • | | | | P* | | A |
| 50 | *Lutjanus novemfasciatus* | | | | • | ME* | | |
| 51 | *Lutjanus argentiventris* | | | | • | ME* | | |
| 52 | *Lutjanus colorado* | | | | • | ME* | | |
| 53 | *Agonostomus monticola* | • | • | | | V* | | |
| 54 | *Mugil cephalus* | | | | • | ME* | | |
| 55 | *Mugil curema* | | | | • | ME* | | |
| 56 | *Citharichthys gilberti* | | | | • | ME* | | |
| 57 | *Etropus peruvianus* | | | | • | ME | | |
| 58 | *Poecilia butleri* | • | | | | S* | | Pr |
| 59 | *Poeciliopsis baenschi* | | | • | | S* | | |
| 60 | *Poeciliopsis infans* | • | | | | S* | | |
| 61 | *Poeciliopsis turrubarensis* | | | • | | S* | | |
| 62 | *Abudefduf troschelii* | | | | • | ME | | |
| 63 | *Pliosteostoma lutipinnis* | | | | • | ME | | |
| 64 | *Cynoscion xanthulus* | | | | • | ME* | | |
| 65 | *Umbrina xanti* | | | | • | ME* | | |
| 66 | *Sphoeroides annulatus* | | | | • | ME* | | |

Por la ubicación geográfica del país, localizado en el hemisferio norte del continente americano, hace que se conjuguen una variedad de condiciones que proveen las características en la distribución de los peces continentales. Se localiza entre una zona tropical al sur y una templada al norte, donde se ha documentado la presencia de dos zonas biogeográficas: la Neártica y la Neotropical. El estado se encuentra localizado casi por completo en la franja Neotropical, sin embargo la región norte del estado queda embebida en la región Neártica. La ictiofauna se comporta de acuerdo con la distribución biogeográfica antes mencionada, ya que se presentan elementos distintivos de la fauna Neártica, como las especies de las familias Cyprinidae, Catostomidae e Ictaluridae.

Dentro de la ictiofauna Neotropical las familias Poeciliidae, Characidae y Cichlidae tienen representantes en la parte sur y centro del estado. Sin embargo, los peces de mayor importancia, por su endemismo y por ser exclusivos del Eje Volcánico Transversal, son los de la familia Goodeidae, considerados como una familia de transición entre los neárticos y los neotropicales. Además, sobresale la distribución de un grupo de especies vicarias y una gran cantidad de especies de origen marino que pasan casi por completo su ciclo de vida en ambientes continentales, como las especies de las familias Eleotridae, Gobiidae y Ariidae, así como otras marinas que pasan sólo parte de su ciclo de vida en las lagunas costeras y esteros mencionadas en el cuadro 1.

En Colima se reconocen 66 especies de peces continentales, en las cuales predominan especies marino-estuarinas con 28.6% (Castro-Aguirre *et al.* 1999), de las cuales Miller (2005) incluye varias denominadas periféricas (peces marinos que toleran agua salobre), seguidas por las secundarias (S) 6.9% que toleran ciertos cambios en cuanto a la salinidad, y por último las primarias (P) 4.2% o estrictas dulceacuícolas (Espinosa *et al.* 1993). Sobre las marino-estuarinas se ha documentado la ictiofauna que habita la laguna de Cuyutlán y otros estuarios pequeños del estado, además de peces que penetran varios kilómetros tierra adentro y llevan a cabo alguna parte de su ciclo biológico. Respecto a los peces primarios y secundarios es importante señalar que la gran mayoría se encuentran compartidos con Jalisco.

Al realizar un comparativo de diversidad, endemismos y especies en riesgo, de los ríos con registros documentados (cuadro 1), se observó que la mayor diversidad (20 especies), endemismos (seis especies) y las especies en riesgo (cuatro especies), se encuentran en el río Armería, contra una diversidad de cinco especies en el Maravasco y seis en el Coahuayana. No hay endemismos en el Maravasco y sólo una especie endémica en el Coahuayana es compartida con el Armería. Las cuatro especies en riesgo para el estado se localizan en el Armería.

La diversidad es alta en la laguna de Cuyutlán (43 especies), comparada con el Armería (20 especies), pero cabe mencionar que son dos cuerpos de agua diferentes en cuanto a condiciones físicoquímicas y geomorfológicas, ya que mientras la primera laguna es de tipo estuarino con predominancia de peces pertenecientes al componente marino-estuarino, la segunda es dulceacuícola con peces del componente dulceacuícola.

## Importancia

Los peces continentales son un componente importante de la biodiversidad del estado, su importancia ecológica radica en que representan un eslabón crucial en las cadenas tróficas de los ambientes acuáticos, alimentándose de invertebrados acuáticos y pequeños vertebrados y siendo consumidos por aves, algunos anfibios, reptiles y pequeños mamíferos, así como por otros peces. Ambas funciones ecológicas son de suma importancia en la regulación de la energía en los sistemas acuáticos. Además, debido a su vulnerabilidad algunas especies de peces pueden ser indicadores de la condición de un determinado cuerpo de agua que puede estar afectado por: contaminación, introducción de especies exóticas o la extracción de grandes cantidades de peces con fines alimenticios y comerciales, rompiendo el equilibrio de los ecosistemas.

La principal importancia económica de los peces continentales, particularmente de los marino-estuarinos, es la pesca de subsistencia en las bocas de los esteros y ríos, como la laguna de Cuyutlán (cuadro 1). Especies como las mojarras (familia Gerreidae), los pargos y huachinangos (familia Lutjanidae), entre otras, son pescadas de forma comercial. En el caso de los peces secundarios de las familias Poeciliidae y Goodeidae, estos son apreciados de forma amplia por acuaristas y alcanzan precios altos en el mercado.

La importancia cultural de los peces en el estado se manifiesta principalmente en las zonas costeras, donde el consumo de pescado es parte de la dieta y forma de vida de las diferentes comunidades ribereñas. En las partes media y alta de los ríos, la diversidad y abundancia de los peces es baja, así como baja la talla de los ejemplares, por lo que los pobladores no prestan mayor atención a este recurso poco visible.

## Amenazas y conservación

Las amenazas a la pérdida de diversidad íctica se deben principalmente al deterioro del hábitat, por desviación de caudales con fines agrícolas y domésticos y la incorporación de aguas negras y residuales a los lechos de los ríos. Otra amenaza es la introducción de especies exóticas a los cuerpos de agua del estado, ya que dichas especies desplazan a las especies nativas. Al realizar este trabajo aún se pone en duda la presencia de otras dos especies exóticas invasivas, pero se consignan esperando que no se puedan establecer. Estas especies son: *Pterygoplichthys disjunctivus,* el plecóstoma rayado y el plecóstoma del Orinoco, *Pterygoplichthys multiradiatus,* de la familia Loricariidae, originaria de América del Sur.

La ictiofauna colimense cuenta con elementos del componente marino-estuarino, con peces de origen Neártico y Neotropical, además de peces exclusivos de la familia Goodeidae, que habitan en la región del Eje Volcánico Transversal y son únicos en el mundo. Es importante señalar que de las 66 especies mencionadas, 10 se encuentran en la lista de la Norma Oficial Mexicana sobre especies en categorías de riesgo (SEMARNAT, 2010).

Sólo se conocen seis especies que se distribuyen de forma exclusiva en Colima. Sin embargo, como se mencionó con anterioridad, el estado no ha sido explorado de forma exhaustiva, exis-

tiendo gran probabilidad de encontrar otras especies aún no descritas o no registradas para la región. De las especies endémicas dos son primarias o exclusivas de agua dulce, éstas son *Algansea aphanea* y *Notropis boucardi,* del componente Neártico. La primera se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría amenazada, pero de acuerdo con Lyons *et al.* (1998), ya no se distribuye en el estado; la segunda, también amenazada, se encontraba mal identificada ya que fue descrita para el río Balsas y posiblemente constituya otra especie conocida como *N. nigrotaeniatus*, además de que se le ha cambiando de género en cada revisión del grupo. Las demás especies endémicas son *Illyodon xantusi, Allodontichthys hubbsi* (en peligro), *Allodontichthys tamazulae* (en peligro) y *A. zonistius*, las cuales pertenecen a la única familia endémica de México (Goodeidae), misma que se encuentra distribuida a lo largo y ancho del Eje Volcánico Transversal, de la cual forma parte del estado.



**Figura 2**. *Ilyodon xantusi* (Goodeidae), amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Foto: Héctor Espinosa Pérez.

La poca representatividad de las especies completamente dulceacuícolas resulta extraña si se considera que su posición geográfica incluye al Eje Volcánico Transversal y la zona de intersección de la fauna Neártica y Neotropical; sin



**Figura 3.** Ejemplar de *Xenotoca melanosoma* (Goodeidae), en peligro según la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la CNPE. Foto: Héctor Espinosa Pérez.

embargo, probablemente estas características han contribuido a que de las 20 especies completamente dulceacuícolas continentales, del país seis de ellas sean endémicas al estado.

Aunque la poca representatividad de peces continentales podría deberse, en parte, a lo reducido del territorio y sus cuerpos de agua, es necesario hacer énfasis en la necesidad de exploración de los cuerpos de agua dulce del estado, hasta ahora limitada por la falta de apoyo a la comunidad científica.

El deterioro del hábitat es la principal causa del estatus de riesgo al que han sido asignadas las 10 especies de peces continentales, en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (figura 2, 3 y 4). Este es resultado de la pérdida de los cuerpos de agua por desviación de su curso con fines agrícolas y domésticos, y la incorporación de aguas negras y residuales a los lechos de los ríos. Otra amenaza es la introducción de especies exóticas a los cuerpos de agua de la entidad, ya que dichas especies desplazan a las especies nativas. Aunque sólo se ha registrado una especie introducida en agua dulce, ésta se ha diseminado a lo largo y ancho



**Figura 4.** Ejemplar de *Zoogoneticus quitzeoensis,* amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la CNPE. Foto: Héctor Espinosa Pérez.

del estado y podría estar afectando a la fauna nativa. Es posible también que existan otras introducciones no detectadas en éste y otros estudios.

Aunque no se tienen acciones específicas para la protección del grupo de los peces continentales, debe mencionarse que existen los mecanismos en la legislación mexicana para su protección. La NOM-059-SEMARNAT-2010 es una medida, la cual protege a las especies nativas en riesgo. En el apéndice 2 se presentan las especies del estado que se encuentran en dicha lista de especies en riesgo.

La CONABIO ha desarrollado la clasificación de áreas terrestres, marinas e hidrológicas continentales, prioritarias para el estudio y conservación, de las cuales para el estado se pueden mencionar entre las marinas la región de Cuyutlán-Chupadero, que incluye la laguna de Cuyutlán, y la región de Punta Graham-El Carrizal, incluyendo la zona de humedales del noroeste del estado. La región hidrológica prioritaria de los ríos Purificación-Armería incluye las presas San Agustín y del Mojo, laguna de Cuyutlán, los ríos Purificación, Cihuatlán, Armería-Ayuquila, Coahuayana, Ameca, Manantlán y San Pedro, más algunos arroyos. Finalmente, la región terrestre prioritaria conocida como Manantlán-Volcán de Colima comprende el norte del estado. También por otro lado se encuentra el Parque Nacional del Nevado de Colima.

## Conclusiones

Colima, siendo la tercera entidad con la menor extensión territorial, posee una ictiofauna continental considerable, debido a su distribución geográfica. Su posición, orografía e hidrografía accidentada, así como su influencia de la costa oriental al océano Pacífico, permite la presencia de una importante diversidad de especies que pueden aumentar en futuros estudios. Aunque parece que la ictiofauna de la entidad está bien conocida, se considera pertinente realizar estudios con enfoques y técnicas modernas para determinar la existencia de nuevas especies, particularmente en los afluentes que nutren a los principales ríos de la entidad. Además, el estado no ha sido explorado en todo su potencial, en cuanto a peces se refiere, ya que grandes extensiones de su territorio son poco conocidas, entre estos lugares se encuentra toda la región sur oriental, donde existe un vacío de información. Los estudios de peces continentales son importantes para conocer y conservar la diversidad de ictiofauna de Colima.


## Agradecimientos

A Miguel Ortega y a los editores del libro por la invitación a colaborar en el presente estudio, por

este medio se otorgan los créditos a la base de datos NEODAT, a la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB) y a la Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO) por la información para la elaboración del mapa de referencia. A Ch. Lambarri Martínez y E. Villalobos Segura por su ayuda en el procesamiento de las imágenes.

## Referencias

Castro-Aguirre, J.L., H. Espinosa P. y J.J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarina, lagunar y vicaria de México*. Editorial Limusa-Noriega. México.

Espino, B.E., M. Cruz-Romero, A. García-Boa *et al.* 1998. *Catálogo de especies de menor valor comercial capturadas en la costa de Colim*a. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-INP)/ Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo (CRIP-Manzanillo). México.

Espinosa, P.H., P. Fuentes y M.T. Gaspar-Dillanes. 1993. Peces dulceacuícolas mexicanos. En: *Listado faunístico III*. Instituto de Biología (IBUNAM)/Universidad Nacional Autónoma México (UNAM).

Lannkford, R.R. 1977. Coastal lagoons of Mexico their origin and classification. En: *Estuarine process*. M. Wiley (ed.). Academic Press, Nueva York, pp. 182-215.

Lyons, J., G. González, E. Soto-Galera y M. Guzmán-Arroyo. 1998. Decline of freshwater fish and fisheries in selected drainages of west-central México. *Management, American Fisheries Society* 23:10-18.

Miller, R.R., W.L. Minckley y S.T. Norris. 2005. *Freshwater fishes of México*. The University of Chicago Press. Chicago.

Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the World*. 4ª ed. John Wiley and Sons. Nueva York.

NEODAT. NEO Database for health topics. En: <*http://www.neodat.org/*> , última consulta: 14 de julio de 2015.

Núñez, M.C.E. 1984. *Estudio ictiológico de la laguna de Cuyutlán, Colima, México. Características ambientales y poblacionales*. Tesis de maestría en ciencias del mar, UNAM, México.

REMIB. Red Mundial de Información sobre Biodiversidad. 2009. CONABIO. En: <*http://www.conabio.gob.mx/remib/cgi-bin/clave_remib.cgi?lengua=es-MX* >, última consulta: 14 de julio de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Tamayo, J.L. 1949. *Atlas geográfico de México*. México, D.F.

UNIBIO. Unidad de Informática para la Biodiversidad. IBUNAM/UNAM. En: <*http://unibio.ibiologia.unam.mx/*>, última consulta: 14 de juliio de 2015.

# Anfibios y reptiles (Amphibia y Reptilia)

Andrés García
Gustavo Casas-Andreu
R. Martínez-Ortega
Óscar Ávila-López

## Descripción

Los anfibios y reptiles son vertebrados que constituyen el objeto de estudio de la rama de la zoología conocida como herpetología (del griego *herpeton*: reptar, y *logos*: estudio), o "el estudio de los animales que reptan" (Pough *et al.* 2003, Vitt y Caldwell, 2008). Los anfibios se pueden identificar por las siguientes características: poseer una piel lisa y por lo general húmeda, tener tres tipos de respiración (pulmonar, cutánea y faríngea), reproducción por medio de huevos sin cáscara limitada por la disponibilidad del agua (Pough *et al.* 2003, 2004). En este grupo se incluyen a los sapos, ranas, salamandras y las cecilias. Los reptiles poseen las siguientes características: un cuerpo cubierto de escamas, fecundación interna y reproducción por medio de huevos; este grupo incluye a los cocodrilos, tortugas y lagartijas.

Estos dos grupos de animales habitan medios terrestres, acuáticos y marinos, por sus diversas formas, tamaños y formas de vida; son más diversos incluso que aves y mamíferos. Se estima que en el mundo existen por lo menos 8 734 especies de reptiles (Uetz 2015) y 7 391 de anfibios (gaa 2015), por lo que en conjunto suman más de 14 158 especies, muy por arriba de las 10 000 de aves (LePage 2015) y las 5 418 de mamíferos (Wilson y Reeder 2005).

Si bien los reptiles y anfibios están agrupados dentro de la herpetología, las características morfológicas, funcionales, ciclos de vida y comportamiento difieren entre ambos grupos (Pough *et al.* 2003, 2004, Vitt y

García, A., G. Casas-Andreu, R. Martínez-Ortega y O. Ávila-López. 2016. Anfibios y reptiles (Amphibia y Reptilia).
En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 431-441.

Caldwell 2008). A diferencia de las aves y los mamíferos, que pueden mantener de manera constante sus cuerpos calientes a través de procesos químicos derivados de la ingesta de alimentos, los reptiles y anfibios requieren del sol o de cierta temperatura ambiental para realizar sus actividades. Otra diferencia importante con respecto a las aves y mamíferos es el tamaño relativamente pequeño de las especies de herpetofauna, por ejemplo, la gran mayoría de las lagartijas, ranas y salamandras no pesan más de 20 gramos (Pough *et al.* 2003, Vitt y Caldwell 2008).

## Diversidad y distribución

México es considerado un país megadiverso, ya que contiene casi 10% del total de las especies de plantas y animales que existen en el mundo. El país registra 804 especies de reptiles, por lo que ocupa el segundo lugar a nivel mundial entre los países con mayor riqueza, sólo está después de Australia. Por otra parte, las 361 especies de anfibios lo ubican en el cuarto lugar mundial en riqueza de este grupo (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004, Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006).

A pesar de que la herpetofauna del estado ha sido inventariada desde hace casi un siglo (Oliver 1937, Duellman 1958, Painter 1976), se le considera una de las menos estudiadas en México (Flores-Villela y Gerez 1994). Un análisis reciente del número de especímenes de reptiles y anfibios recolectados en Colima, e incluidos en los museos nacionales e internacionales, ubica a esta entidad como una de las que tienen la menor cantidad de recolectas del país, pero como uno de los estados con el mayor número de registros por unidad de área (debido a su pequeña superficie) (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006). Muchas de estas recolectas o registros se localizan en áreas cercanas a los principales poblados y ciudades del estado, especialmente a lo largo de los caminos, carreteras principales y vías férreas (García 2005, Martínez-Ortega 2005, Reyes-Velasco *et al.* 2009), lo que hace evidente la falta de inventarios adecuados en muchas regiones del estado. Las compilaciones más recientes de la herpetofauna colimense registraban entre 124 y 129 especies de reptiles y anfibios (García 2005, Martínez-Ortega 2005, Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006).

Con base en los resultados de recolectas de campo, revisión de la literatura y registros de varias colecciones nacionales e internacionales, este estudio estima que en la actualidad la herpetofauna colimense comprende por lo menos 152 especies, 117 de reptiles y 35 de anfibios (cuadro 1), incluyendo varias especies de nuevo registro para el estado (Reyes-Velasco *et al.* 2009, 2010). Sin embargo, con el continuo crecimiento de los inventarios se espera que los números de registros y especies aumenten significativamente.

Las 152 especies que conforman la herpetofauna colimense representan 13% del total nacional (1 165), que corresponden a 15% de los reptiles y 10% de los anfibios (Flores-Villela y Canseco-Márquez 2004, Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006). Estos porcentajes cobran especial relevancia si tomamos en cuenta que Colima representa sólo 0.3% de la superficie total nacional (INEGI 2003).

La herpetofauna de Colima incluye tres órdenes, 25 familias y 72 géneros de reptiles; y tres órdenes, 11 familias y 22 géneros de anfibios (cuadro 1 y apéndice 1).



**Figura 1.** Lagarto cornudo gigante (*Phrynosoma asio*). Foto: Enrique Ramírez García.

Las familias más diversas de reptiles en el estado son: Colubridae (26 especies), Dipsadidae (19), Phrynosomatidae (14) (figura 1), Viperidae (8) y Teiidae (6), mientras que los géneros más diversos son *Sceloporus* (10 especies) (figura 2), *Aspidoscelis* (5) y *Crotalus* (6). En los anfibios, las familias más diversas del estado son Hylidae (11 especies) (figura 3a, b y c), Eleutherodactylus (8), Bufonidae (5) y Ranidae (4), mientras que los géneros más diversos son *Craugastor*, *Lithobates* y *Syrrhophus* (todos con cuatro especies) y *Ollotis* (3).



**Figura 2.** Lagartija escamosa de hocico negro (*Sceloporus melanorhinus*). Foto: Enrique Ramírez García.




**Figura 3.** a) rana de árbol de tierras bajas (*Smilisca fodiens*); b), rana de árbol mexicana (*Smilisca baudinii*); c), rana de árbol cabeza de pala (*Diaglena spatulata*). Fotos: Enrique Ramírez García.

En Colima se registran 80 especies de herpetofauna endémica de México que equivalen a 12% del total nacional (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006). La herpetofauna endémica registrada en Colima incluye 58 especies de reptiles y 22 de anfibios, de las cuales 13 son de distribución geográfica restringida o microendémica (menor a los 5 000 $km^2$) e incluyen 11 especies de reptiles y dos de anfibios (cuadro 1) (Ceballos *et al.* 2009). Cabe mencionar a tres especies insulares que son exclusivas de Colima, dos lagartijas (*Urosaurus auricularis* y *U. clarionensis*) y una serpiente (*Masticophis anthony*), la primera de la isla Socorro y las dos restantes de la isla Clarión. Este estudio registra un número significativamente mayor de especies endémicas de reptiles y anfibios, respecto a las 50 especies anteriormente registradas para el estado (Flores-Villela y Gerez 1994).

La gran diversidad de especies de reptiles y anfibios en México no se encuentra homogéneamente distribuida; existen dos regiones que sobresalen por albergar a más de un tercio del número total de especies y endemismos, éstas son: *a)* la región de las tierras altas frías, que incluye la Meseta Central, el sur de la Sierra Madre Oriental y la Faja Volcánica Transmexicana, y *b)* la región de las tierras bajas tropicales de la costa del Pacífico mexicano, que incluye la costa del Pacífico, la cuenca del Balsas y la Depresión Central de Chiapas (Flores-Villela 1993, Flores-Villela y Goyenechea 2003, García 2006, Ochoa-Ochoa y Flores-Villela 2006). Por otra parte, las regiones de menor riqueza de especies son las tierras altas y subhúmedas extratropicales, la Sierra Madre Occidental, las partes más altas de la Sierra Madre Oriental, el centro y este de Nuevo León y Tamaulipas (Flores-Villela 1993).

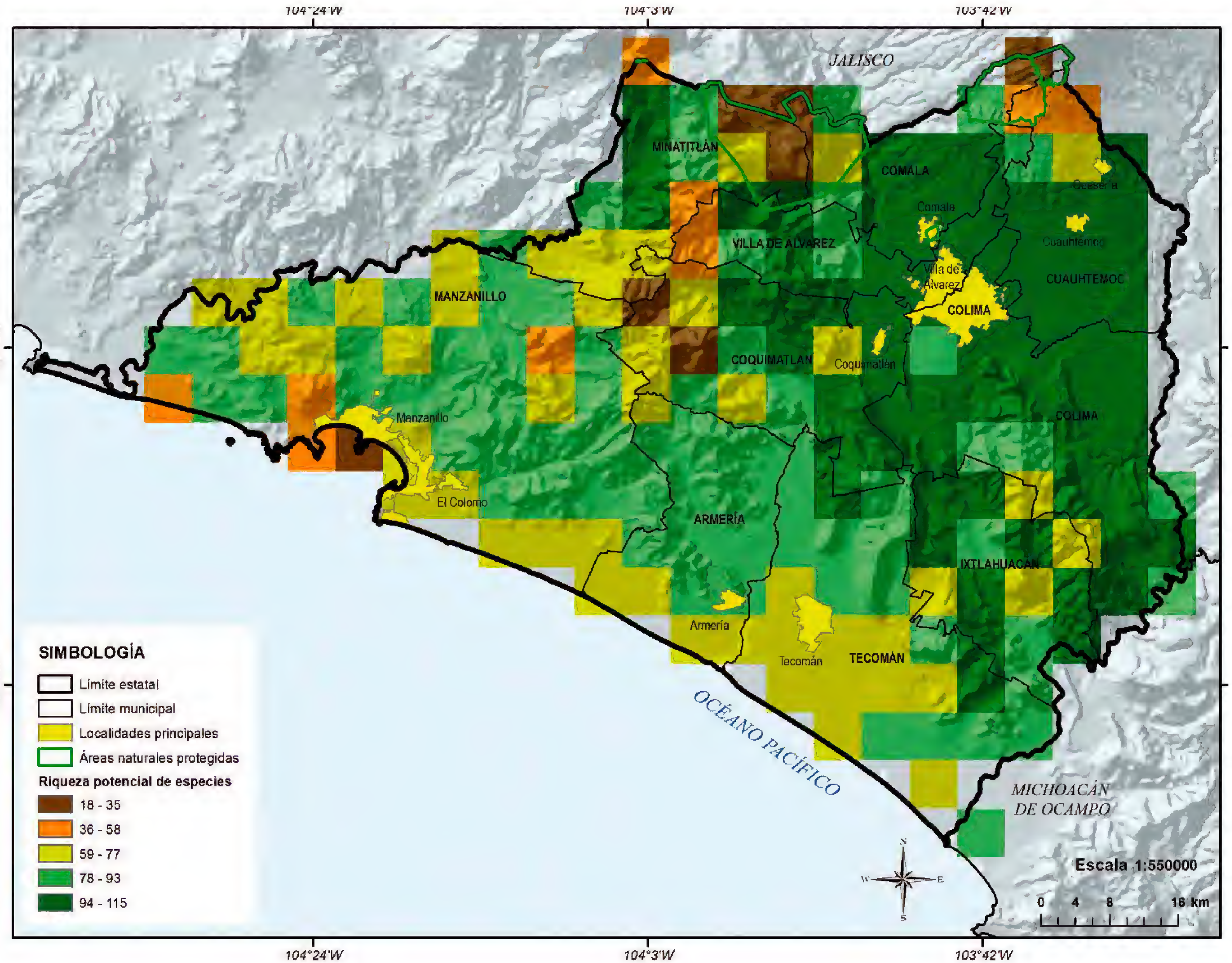



**Figura 4**. Distribución potencial de la diversidad de especies de reptiles y anfibios. Fuente: elaboración propia.

La distribución de la herpetofauna colimense muestra una marcada regionalización con respecto a los principales tipos de vegetación presentes en el estado, los cuales incluyen: bosques de coníferas, bosques de encino, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical seco y vegetación acuática (Flores-Villela y Gerez 1994, García 2005, Martínez-Ortega 2005). Los bosques tropicales secos de Colima registran más de 70% de las especies de anfibios y reptiles de la entidad (García 2005, Martínez-Ortega 2005). Sin embargo, varias especies tienen amplia distribución altitudinal y 9% del total se registran dentro de un solo tipo de vegetación. Entre estas especies se pueden citar como ejemplos a: *Plestiodon brevirostris, Sceloporus grammicus* y *Storeira storeroides* (García 2005, Martínez-Ortega 2005).

Dos estudios recientes en los que se emplea el modelado ecológico para determinar los patrones de distribución potencial de los reptiles y anfibios de Colima, sugieren que las áreas de mayor riqueza y endemismos son aquellas localizadas en la regiones norte y oeste del estado, a lo largo de la frontera con Jalisco, desde las partes altas hasta la costa (figura 4) (García 2005, Vázquez-Campos 2006).

Como ya se mencionó, en Colima se registran 80 especies endémicas de México, lo que indica que el endemismo de la herpetofauna en el estado es de 54%; 51% para reptiles y 64% para anfibios (cuadro 1 y apéndice 1). Con respecto a las especies de la herpetofauna colimense incluidas dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), se registran 69 especies (43% del total del estado), las cuales incluyen 12 anfibios y 57 reptiles (47 y 32%, respectivamente (apéndice 1). No existen datos históricos sobre tendencias poblacionales de las especies en el estado, con excepción probable-

**Cuadro 1.** Riqueza y estado de conservación de la herpetofauna. Fuente: elaboración propia.

| Clase | Orden / Suborden | Familias | Especies | End. | Riesgo | Micro End. | % End. | % Riesgo | % Micro End. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Amphibia** | Anura | 8 | 32 | 20 | 8 | 2 | 63 | 25 | 6 |
| | Caudata | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | Gymnophiona | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| Subtotal Amphibia | | 11 | 35 | 22 | 11 | 2 | 63 | 31 | 6 |
| **Reptilia** | Crocodylia | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 100 | 0 |
| | Sauria | 11 | 42 | 24 | 16 | 4 | 57 | 38 | 10 |
| | Serpentes | 7 | 65 | 32 | 29 | 7 | 49 | 45 | 11 |
| | Testudines | 4 | 8 | 3 | 8 | 0 | 38 | 100 | 0 |
| Subtotal Reptilia | | 23 | 117 | 59 | 55 | 11 | 50 | 47 | 9 |
| Total herpetofauna | | 34 | 152 | 81 | 66 | 13 | 53 | 43 | 9 |

mente de las tres especies de tortugas marinas que anidan en las costas de Colima. Para el caso de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), se observa una recuperación de su población reproductora, debido principalmente a los esfuerzos de conservación realizados en varios años por los programas de protección del Centro de Conservación de Tortuga Marina y Desarrollo Costero El Chupadero y del Centro Ecológico de Cuyutlán, El Tortugario. Lamentablemente no puede decirse lo mismo de la tortuga prieta (*Chelonia agassizi*) y de la laúd (*Dermochelys coriacea*), para las cuales ha disminuido el registro de hembras anidadoras, sobre todo en la laúd (INE 1999, SEMARNAT-Colima 2004). Si bien no existen inventarios actuales publicados sobre las poblaciones de *Crocodylus acutus* en el estado, se conocen algunos censos poblacionales recientes en las lagunas de Cuyutlán, Amela y Alcozahue, donde se ha comprobado que existen poblaciones viables de esta especie.

## Importancia

La importancia ecológica de los reptiles y anfibios de Colima incluye el control de plagas de insectos, ya que todos los anfibios y casi todas las lagartijas son insectívoras. Los reptiles y anfibios son una fuente muy importante de alimento para otras especies de vertebrados, en particular las larvas de los anfibios tienen un impacto sustancial en el ciclo de nutrientes y las cadenas tróficas (Pough *et al.* 2003, Vitt y Caldwell 2008). En el caso específico de los humedales presentes en el estado, los reptiles y anfibios tienen gran importancia en el transporte de nutrientes entre el medio acuático y terrestre, como en el caso de las especies de cocodrilos que consumen presas y viven en ambos ambientes. Por otro lado, debido a la sensibilidad de los anfibios a los cambios en el ambiente, estas especies pueden ser utilizadas como bioindicadores (importancia ecológica y económica) del estado de los ecosistemas (Blaustein y Kiesecker 2002, Stuart *et al.* 2004).

En el aspecto económico la herpetofauna ha tenido impacto en el estado como fuente de alimento, materia prima para la industria peletera y como un factor de salud pública (Sanchez *et al.* 2011). Como fuentes de alimento podríamos mencionar a la iguana verde (*Iguana iguana*) y el garrobo (*Ctenosaura pectinata*), así como a las tres especies de tortuga marina que anidan en el estado. Todas estas especies, junto con el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) tuvieron en el pasado una fuerte participación dentro de la industria peletera (Jiménez-Quiroz y Barr 2006). Un caso especial son las tortugas marinas y el cocodrilo, que se han utilizado como atracción dentro de programas de ecoturismo y educación ambiental, como es el caso del Centro Ecológico de Cuyutlán. Potencialmente, varias especies de lagartijas, sapos, ranas, tortugas y serpientes, pueden tener importancia económica como mascotas dentro del estado y la región. El interés por estos organismos va en aumento a nivel nacional e internacional.

En el estado hay nueve especies de reptiles venenosos que incluyen la serpiente marina (*Pelamis platurus*), el escorpión (*Heloderma horridum*) (figura 5), dos coralillos (*Micrurus* spp.) y cinco especies de víbora (de los géneros *Agkistrodon* y *Crotalus*). Estas especies, a excepción de la marina, pueden ser un problema de salud pública, especialmente en zonas rurales, donde la posibilidad de que un humano sea mordido es

alta y probablemente los servicios médicos no son los adecuados para atender este tipo de emergencias. Desafortunadamente no se cuenta con información acerca de la incidencia de mordeduras de estas especies en el estado.

## Amenazas y conservación

Al igual que otros grupos de vertebrados, los reptiles y anfibios son vulnerables a las perturbaciones naturales y a las generadas por los humanos, como actividades agrícolas, urbanas, forestales, turísticas y de servicios e infraestructura, además de la contaminación y del tráfico ilegal de fauna (Flores-Villela y Gerez 1994, García 2005, 2006).

Sin embargo, estos grupos de organismos se consideran particularmente susceptibles a los cambios ambientales, debido a su tamaño corporal, tipo de reproducción, capacidad relativamente reducida de desplazarse largas distancias, limitado rango de distribución geográfica de muchas de sus especies y distribución concentrada hacia las zonas tropicales del mundo. En el caso particular de los anfibios, cabe señalar que actualmente se ha registrado la reducción e incluso la desaparición (en algunas especies) de varias poblaciones en diversos lugares en el mundo, entre los que se incluyen lugares en buen estado de conservación, sin existir razones aparentes para que dicha extinción o reducción ocurran (Blaustein y Kiesecker 2002, Gardner 2001, Stuart *et al*. 2004).



**Figura 5.** Lagarto de chaquira (*Heloderma horridum*). Foto: Enrique Ramírez García.

En Colima las actividades productivas que más se han expandido durante los últimos 35 años son la agricultura de temporal, los cultivos permanentes y los pastizales inducidos, lo cual ha provocado la rápida reducción de la cobertura vegetal natural del estado (Flores-Villela y Gerez 1994, Cuevas-Arellano 2002). Sin lugar a dudas el rápido crecimiento de la ciudad de Colima, y de otros centros de población, están ejerciendo una creciente presión sobre las áreas naturales y las especies de reptiles y anfibios que habitan el estado.

Cabe destacar que un estudio reciente sobre las percepciones del público en Colima hacia las especies de reptiles y anfibios, reveló que aún existen falsas creencias acerca de la peligrosidad de estos organismos. Se les considera un tanto repugnantes, casi todos venenosos y no se consideran candidatos aptos para desarrollar campañas para su conservación, con la excepción de las tortugas marinas, los cocodrilos y las iguanas (Hernández-Ortiz 2006).

## Conclusiones

Se requiere llevar a cabo esfuerzos serios para informar al público en general sobre la importancia ecológica y económica de los reptiles y anfibios de la región, y de esta manera dimensionar su importancia. Desafortunadamente las creencias erróneas y el desconocimiento de los anfibios y reptiles constituyen un obstáculo a vencer para lograr la participación social en su conservación, a largo plazo.

También es necesario estimular la implementación de proyectos productivos que incluyan especies de la herpetofauna, ya sea a través del ecoturismo o del manejo sostenible de sus poblaciones, como es el caso de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre propuestas por la SEMARNAT.

La creación de nuevas áreas naturales protegidas (ANP) es otra de las acciones necesarias para la protección de la herpetofauna. Si bien en Colima existen algunas ANP (Parque Nacional Nevado de Colima, las áreas de protección forestal y refugio de la fauna silvestre El Jabalí y Las Huertas, la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, y las áreas de protección de flora y fauna, playas Volantín-Tepalcates y Chupadero-Boca de Apiza), éstas no son suficientes, ya que sólo protegen áreas boscosas y de playa y muy poco bosque tropical seco.

Se considera que existen áreas a lo largo de la frontera Colima-Jalisco, y otras al norte del estado (figura 4), que deben ser protegidas. El alto grado de endemismo (54%) y de riesgo (43%), registrados entre las especies de la herpetofauna colimense, obliga a dar prioridad a la conservación de este grupo y de los ambientes que habitan.

Las consecuencias del cambio global en la protección de las poblaciones y especies de la herpetofauna de Colima deben ser estudiadas. Las actuales tendencias de la transformación del hábitat, así como las predicciones del cambio climático, tendrán un efecto negativo en la calidad de los servicios naturales, la integridad y la conectividad de los corredores biológicos, interrumpiendo el flujo genético de las poblaciones cuya viabilidad podría reducirse en el corto plazo.

Es necesario continuar el inventario y exploración de diversas áreas en la entidad, aprovechando la mayor accesibilidad a zonas a través de la accidentada topografía de Colima y el buen estado de conservación de gran parte de los ambientes en la región.

## Referencias


Blaustein, A.R., y J.M. Kiesecker. 2002. Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations. *Ecology Letters* 5:597-608.

Ceballos, G., H. Díaz-Pardo, H.H. Espinosa, H. Flores-Villela, *et al.* 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad en México. En: *Capital natural de México, vol. II: estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, pp. 575-600.

Cuevas-Arellano, H.B. 2002. *Cambio de la cobertura y del uso del suelo en el estado de Colima (1976-1933-2001)*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMICH). Morelia, Michoacán.

Duellman, W.E. 1958. A preliminary analysis of the herpetofauna of Colima, México. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan* 589:1-22.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. 2a ed. CONABIO/UNAM. México, D.F.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 20:115-144.

Flores-Villela, O. e I. Goyenechea. 2003. Patrones de distribución de anfibios y reptiles de México. En: *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. J.J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds.). CONABIO/UNAM. México. pp. 289-296.

GAA. Global Amphibian Assessment. 2015. Base de datos. En: <*http://www.globalamphibians.org/*>, última consulta: 14 de julio de 2015.

García, A. 2005. *Diversidad y estado de conservación de la herpetofauna de la región del Volcán de Colima-Manantlán-Chamela, y propuesta para su protección*. 7o Congreso Latinoamericano de Herpetología. Cuernavaca, Morelos, México.

———. 2006. Using ecological niche modelling to identify diversity hotspots for the herpetofauna of pacific lowlands and adjacent interior valleys of Mexico. *Biological Conservation* 130: 25-46.

Gardner, T. 2001. Declining amphibian populations: a global phenomenon in conservation biology. *Animal Biodiversity and Conservation* 24(2):25-44.

Hernández-Ortiz, M. 2006. *Percepción del público hacia las especies de reptiles y anfibios y su efecto en su conservación*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Colima (UCOL). México.

INE y SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1999. Resultados del programa nacional de protección y conservación de tortugas marinas (1992-1997). México, D.F.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2003. En: <*http://www.inegi.gob.mx*>, última consulta: 14 de julio de 2015.

Jiménez-Quiroz, M.C. y E. E. Barr. 2006. *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA)/ Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) México.

Lepage, D. 2015. Avibase-the world bird database. En: <*http://www.bsc-eoc.org/avibase/avibase.jsp?lang=EN&pg=home*>, última consulta: 30 de octubre de 2015.

Martínez-Ortega, R. 2005. *Reptiles y anfibios del estado de Colima*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F.

Ochoa-Ochoa, L.M. y O. Flores-Villela. 2006. *Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana*. UNAM/CONABIO. México, D.F.

Oliver, J.A. 1937. Notes on a collection of amphibians and reptiles from the state of Colima, México. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan* 360:1-28.

Painter, C.W. 1976. *A distributional study of the amphibians and reptiles in the state of Colima, México*. Tesis de maestría. Northeast Louisiana University. Louisiana.

Pough, F.H., J.E. Cadle, M.L. Crump, *et al*. 2003. *Herpetology*. (3a ed.). Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey, Estados Unidos de América.

Pough, F.H., C.M. Janis y J.B. Heiser. 2004. *Vertebrate Life*. (7a ed.). Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey, Estados Unidos de América.

Reyes-Velasco, J., C.I. Grunwald, J.M. Jones y G.N. Weatherman. 2010. Rediscovery of the rare autlan long-tailed rattlesnake, *Crotalus lannomi*. *Herpetological Review* 41:19-25.

Reyes-Velasco, J., I.A. Hermosillo-López, C.I. Grünwald y O. Ávila-López. 2009. New state record for amphibians and reptiles from Colima, México. *Herpetological Review* 40:117-120.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SEMARNAT-Colima. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales Delegación Federal Colima. 2004. Propuesta de protección: playas de anidación de las tortugas marinas en el estado de Colima. Colima, México.

Stuart, S.N., J.S. Chanson, N.A. Cox, *et al*. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306:1783-1786.

Uetz, P. 20201506. The EMBL Reptile Database CD-ROM edition, October 2015. Base de datos accesible. En: <*http://www.reptile-database.org/*>, última consulta: 26 de agosto de 2015.

Vázquez-Campos, J.C. 2006. *Diversidad y estado de conservación de la herpetofauna de la zona de influencia de las áreas protegidas Sierra de Manantlán y Volcán de Colima*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UCOL. Colima, México.

Vitt, L.J. y J.P. Caldwell. 2008. *Herpetology: an introductory biology of amphibians and reptiles*. (3a ed.). Academic Press.

Wilson, D.E. y D.M. Reeder. 2005. *Mammal species of the world*. (3a ed.). Johns Hopkins University Press.

ESTUDIO DE CASO

# LAS ISLAS MEXICANAS Y SUS TESOROS: LA CULEBRA NOCTURNA DE ISLA CLARIÓN

Juan E. Martínez-Gómez | Gustavo Aguirre-León
Juan A. Cervantes-Pasqualli | Daniel Mulcahy | George Zug

## Antecedentes

El archipiélago de Revillagigedo es un grupo remoto de islas –Socorro, San Benedicto, Clarión e islote Roca Partida–, ubicadas a una distancia entre 700 y 1 100 km de la costa de Colima. Estas islas son el hábitat de un importante número de fauna y flora endémica; es decir, que sólo se encuentran en estas islas. De las islas que forman este archipiélago, Clarión es la más lejana de Colima, localizada a unos 1 100 km de la costa (Brattstrom 1990).

El naturalista estadounidense William Beebe visitó isla Clarión en 1936, y una noche colectó un ejemplar de una culebra muy distinta a las que había observado durante sus caminatas diurnas. A su regreso a Nueva York depositó el especimen en el Museo Americano de Historia Natural sin que se le asignara en ese momento una clasificación taxonómica (Beebe 1938); posteriormente, la culebra fue descrita y clasificada por Wilmer Tanner, en 1944, como *Hypsiglena ochrorhyncha unaocularus,* una subespecie endémica de isla Clarión (Tanner 1946).

Desde que fue descubierta, en 1936, esta culebra no fue observada por ningún visitante de la isla, incluso en 1953 el científico Bayard Brattstrom realizó una expedición a Clarión, la buscó durante tres noches sin encontrarla. A partir de este resultado negativo se asumió que el registro de Beebe había sido un error al etiquetar las colectas y así, la especie fue borrada y olvidada por la ciencia (Brattstrom 1955).

## Redescubrimiento

Desde la década de los setentas, isla Clarión es habitada de forma permanente por grupos de marinos mexicanos y visitada frecuentemente por académicos e investigadores, como Méndez-Guardado, quien la exploró en 2001; sin embargo, la única especie observada en la isla ha sido la culebra diurna-chirriadora de Clarión, *Masticophys anthonyi* (Zug 2013).

A pesar de que la existencia de *Hypsiglena ochrorhyncha unaocularus* fue descartada por completo, Daniel Mulcahy, herpetólogo evolutivo del Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsoniano y especialista en culebras nocturnas del género *Hypsiglena,* no estaba conforme con la decisión tomada por Brattstrom. Con el fin de eliminar toda duda, Mulcahy se puso en contacto con Juan Martínez, investi-

Martínez-Gómez, J.E., G. Aguirre-León, J.A. Cervantes-Pasqualli, D. G. Mulcahy y G.R. Zug. 2016. Las islas mexicanas y sus tesoros: la culebra nocturna de isla Clarión. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 442-444.

gador del Instituto de Ecología, A.C., experto en especies endémicas en peligro de extinción y en el archipiélago de Revillagigedo.

Ambos hicieron un estudio minucioso de las notas y publicaciones de Beebe (1936), que daban detalle del momento en que encontró a la culebra nocturna y su descripción aparentemente inequívoca. Además, se observó que el único espécimen colectado tenía características que las diferentes subespecies de culebras nocturnas del género no poseen. Esto motivó a los investigadores a hacer un nuevo esfuerzo para buscar a esta serpiente. Se reunió un grupo científico conformado por herpetólogos especialistas, expertos observadores en especies endémicas en peligro de extinción y un observador de la Secretaría de Marina. Durante una exploración científica realizada de mayo a junio de 2013, el grupo científico logró observar y registrar a esta culebra nocturna. Los análisis genéticos realizados confirmaron, que en realidad es una nueva especie de culebra nocturna *Hypsiglena unaocularus* (Mulcahy *et al.* 2014).

## Amenazas

Las amenazas potenciales para esta especie de serpiente son: la perturbación del hábitat, específicamente si los lechos rocosos donde habita fuesen alterados; el calentamiento global, si ocurren tormentas más severas que afecten su fenología poblacional; las enfermedades infecciosas, que pudieran transmitir los reptiles introducidos y la presencia de otras especies exóticas introducidas por los humanos que consiguieran



**Figura 1.** Individuo de la nueva especie de culebra nocturna, *Hypsiglena unaocularus,* descubierta en isla Clarión. Foto: Juan E. Martínez Gómez.

alterar su hábitat o depredarlas, entre otras causas. Los ecosistemas insulares son sumamente vulnerables a las perturbaciones del ambiente y se debe promover la cooperación interinstitucional para salvar los tesoros biológicos que albergan las islas mexicanas.

## Distribución original

Utilizando una técnica de reloj molecular se puede inferir que la culebra nocturna de Clarión colonizó la isla hace un millón de años, aproximadamente. Los análisis del ADN de la culebra insular, y el de las culebras nocturnas del noroeste de México (Mulcahy 2008), permiten sugerir que está relacionada con culebras nocturnas que habitan en Sonora y en la isla Santa Catalina, a más de 800 kilómetros de distancia de Clarión (Mulcahy *et al.* 2014). Considerando la distribución del género *Hypsiglena* y la información genética, es muy probable que las primeras culebras nocturnas llegaran a isla Clarión viajando en un tronco a la deriva (Mulcahy *et al.* 2014).

## Conclusiones

El redescubrimiento de esta especie de culebra marca un acontecimiento extraordinario que debe contribuir a reforzar las estrategias de conservación y la restauración de los ecosistemas insulares, e ilustra la importancia de conocer, estudiar y conservar esta región insular federal que históricamente ha estado asociada con el patrimonio natural y cultural de Colima.

Se recomiendan realizar esfuerzos encaminados a conservar la gran riqueza biológica y los procesos ecológicos de este archipiélago, además de la protección que recibe actualmente bajo las figuras de reserva de la biosfera, sitio RAMSAR y área de importancia para la conservación de las aves. Actualmente, un grupo amplio de instituciones y especialistas ha propuesto esta región para ser considerada como patrimonio natural por la UNESCO.

## Referencias


Beebe, W. 1938. *Zaca Venture*. Harcourt Brace and Company, New York.

Brattstrom, B.H. 1955. Notes on the herpetology of the Revillagigedo islands, Mexico. *American Midland Naturalist* 54:219-229.

———. 1990. Biogeography of the islas Revillagigedo, Mexico. *Journal of Biogeography* 17:177-183

Méndez-Guardado, P. 2001. Analysis of the environmental impact caused by introduced animals in the Clarión Island, archipelago of Revillagigedo, Colima, Mexico. En: *Global change and protected areas*. G. Visconti, M. Beniston, E.D. Lannorelli y D. Barba (eds.). New York: Springer, pp. 323-329.

Mulcahy, D.G. 2008. Phylogeography and species boundaries of the western North American nightsnake (*Hypsiglena torquata*): revisiting the subspecies concept. *Mol. Phylogenet. Evol.* 46:1095-1115.

Mulcahy, D.G., J.E. Martínez-Gómez, G. Aguirre-León, *et al.* 2014. Rediscovery of an endemic vertebrate from the remote islas Revillagigedo in the eastern Pacific Ocean: the Clarión nightsnake lost and found. *PLos ONE* 9(5):1-8.

Tanner, W.W. 1946. A taxonomic study of the genus *Hypsiglena*. *Great Basin Naturalist* 5:25-92.

Zug, G.R. 2013. *Reptiles and amphibians of the Pacific islands: a comprehensive Guide.* Berkeley, Univ. of Calif. Press.

# Aves

Jorge H. Vega-Rivera
Eduardo Santana
Salvador Hernández-Vázquez
Heriberto Verdugo Munguía

## Descripción

Se trata de organismos que pertenecen a la clase Aves y se caracterizan por tener extremidades anteriores modificadas como alas y otras adaptaciones para volar, aunque no todas vuelan. Tienen el cuerpo cubierto con plumas y para reproducirse ponen huevos que incuban hasta eclosionar. Este grupo de organismos habita en todos los biomas terrestres, incluso en los océanos. Su tamaño puede variar desde seis centímetros hasta 2.7 m. Las aves son el grupo de vertebrados mejor estudiado y conocido en el mundo debido a que el humano ha tenido una estrecha relación con ellas para usarlas como alimento o como mascotas, entre otros usos (Howell 1999, conabio 2015).

A la fecha no ha habido una descripción extensiva y completa de la avifauna del estado. Los primeros trabajos que analizaron la presencia y distribución de aves de México, incluyendo Colima, fueron los de Friedmann *et al.* (1950), Griscom (1950), Blake (1953) y Miller *et al.* (1957). Sin embargo, a finales de la década de 1950 y en los años sesenta (1963, 1969), las recolectas de Schaldach, en varias localidades en Colima y regiones adyacentes de Jalisco, constituyeron la primera y más completa exploración de las aves del estado. El resultado de estos trabajos fue el registro de 346 especies de aves.

A continuación se proporciona una breve reseña de los trabajos con importancia histórica y científica, a partir de los cuales se ha conocido la avifauna de Colima.

Vega-Rivera, J.H., E. Santana, S. Hernández-Vázquez y H. Verdugo-Munguía. 2016. Aves. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 445-461.

Davis (1960) visitó la costa del estado (Manzanillo, Cuyutlán y Tecomán) y la ciudad de Colima y recolectó especímenes de 76 especies con algunas anotaciones sobre su taxonomía, abundancia y estacionalidad; Hutto (1985, 1987) visitó varias localidades en Colima y en el occidente de México y generó listas relacionando la comunidad de aves con los tipos de vegetación; DesGranges y Grant (1980) describieron la comunidad de colibríes en el macizo montañoso del Nevado de Colima y el volcán de Fuego en Colima y Jalisco; Villaseñor y Hutto (1995) analizaron la avifauna de zonas agrícolas del Occidente de tres sitios en Colima; Contreras-Martínez (1999) realizó un análisis de discrepancia de las especies endémicas y amenazadas del sur de Jalisco, que cubrió casi todo el estado; Mellink y de la Riva (2005) realizaron un estudio de las aves acuáticas de la laguna de Cuyutlán; Howell (2004) publicó información adicional sobre la avifauna de Colima; Sayago-Lorenzana (2005) realizó un estudio en Colima para seleccionar sitios prioritarios para la conservación de las aves con base en sus atributos de riqueza, grado de endemismo y valor de rareza; y Santana *et al.* (2006) documentaron el registro reproductivo más sureño a nivel continental y el primero en Colima de *Falco peregrinus*.

Existen numerosos estudios técnicos que incluyen inventarios de aves. Dichos estudios han sido generados para realizar proyectos de aprovechamiento de recursos naturales como: las UMA, programas comunitarios de manejo de recursos naturales, proyectos de conservación y evaluaciones del impacto ambiental para proyectos de desarrollo que se llevan a cabo en Colima (Jardel y Santana 1991, Moreno *et al.* 1991, IMECBIO 2000a, 2000b, Santana *et al.* 2004, Verdugo y Rodríguez 2007, Verdugo *et al.* 2009).

Otras fuentes de información general son las listas de aficionados a la observación de aves (Morris y Buffa 1996, Howell 1999, Wings 2009), así como el sistema de información Avibase, donde se registraron 487 especies para Colima (LePage 2009). A pesar de que estos registros no hacen referencia a fuentes específicas de información, se asume que están basados en los mapas de distribución del sistema NatureServe (NatureServe 2011).

La gran diversidad de aves que se encuentran en Colima se debe a tres factores principales: *a)* su localización en una latitud tropical con clima húmedo, *b)* su localización en la costa del Pacífico, que permite albergar especies de aves costeras, marinas y de islas, y *c)* su impresionante amplitud altitudinal, cubriendo desde el nivel del mar hasta los 3 820 msnm. Su diversidad de climas, suelos y paisajes crea un intrincado y complejo mosaico de asociaciones vegetales en diferentes estados de perturbación por actividades antropogénicas. El presente estudio resume la información de especies de aves registradas para Colima y está basado en los estudios y registros mencionados, así como en las observaciones y la experiencia del trabajo de campo de los autores, tanto en Colima como en estados adyacentes (Jalisco y Michoacán).

## Diversidad

A nivel mundial las aves tienen una población de entre 200 y 300 billones de individuos, a la fecha se han descrito cerca de 9 400 especies, entre ellas algunas fósiles o extintas (Gaston y Black-

burn 1997). En México se han registrado aproximadamente 1 070 especies de aves (Escalante *et al.* 1998, Navarro y Sánchez-González 2003), de las cuales aproximadamente 72% se reproducen en el país y el resto son migratorias, visitantes de invierno o accidentales (cuya distribución conocida es cercana al país), mientras que poco más de 11% de las especies son endémicas (especies que sólo ocurren en el país). En Colima (sin incluir las islas Revillagigedo) se han registrado 439 especies que representan 41% de la diversidad de aves de México, lo cual es muy significativo si consideramos que se trata de la tercera entidad más pequeña del país (sin incluir el Distrito Federal), ocupando menos de 0.3% del territorio nacional (apéndice 1).

De las 441 especies de aves de Colima, 74% tienen hábitos terrestres y 26% están asociadas a cuerpos de agua. Del total, 60% son residentes permanentes (que ocurren todo el año en el territorio de Colima); 30% se encuentran sólo en la época de secas (conocidas también como aves residentes invernales, generalmente estas especies se reproducen al norte de México, en los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá); 1.8% se encuentran sólo en la época de lluvias (conocidas también como residentes de verano, algunas de las cuales se reproducen en Colima y migran a Sudamérica); 3.9% son especies de paso (generalmente en su migración hacia localidades más al sur); y 3.9% son especies accidentales (especies cuya distribución conocida es cercana al estado) (cuadro 1).

Es importante señalar que por su distribución muy cercana a Colima, al menos otras 67 especies probablemente también ocurren en el estado, pero necesitan confirmación. Estas especies se mencionan en el apéndice 2.

**Cuadro 1.** Estacionalidad de las especies de aves registradas en el estado. Fuente: elaboración propia.

| Estacionalidad | Número especies | % |
|---|---|---|
| Residentes permanentes (anual)[1] | 265 | 60.3 |
| Residentes secas (invernales)[2] | 132 | 30.1 |
| Residentes lluvias (verano)[3] | 8 | 1.8 |
| De paso (transitorias)[4] | 17 | 3.9 |
| Accidentales[5] | 17 | 3.9 |

[1] especies que se reproducen en Colima y cuyas poblaciones, total o parcialmente, permanecen en el estado todo el año.

[2] especies cuyas poblaciones permanecen en el estado únicamente durante la estación seca (verano de áreas templadas) cuando se reproducen, siendo dos de ellas especies migratorias que invernan en Sudamérica (*Vireo flavoviridis* y *Myidinastes lutreivetis*).

[3] especies cuyas poblaciones permanecen en el estado únicamente durante la estación lluviosa (invierno en áreas templadas), conocidas comúnmente como migratorias de larga distancia.

[4] especies que visitan Colima durante sus viajes migratorios de las zonas reproductoras en Norteamérica, hacia las sitios de invernación en centro y Sudamérica.

[5] especies que se han registrado en Colima en pocas ocasiones.

El total de las especies registradas se puede agrupar en 24 órdenes, 69 familias y 260 géneros. Algunos de los grupos más representativos son los playeros, zarapitos y gaviotas (Scolopacidae y Laridae, 33 especies), garzas (Ardeidae, 14 especies), patos y cercetas (Anatidae, 19 especies), gavilanes, aguilillas y halcones (Accipitridae y Falconidae, 27 especies), búhos y tecolotes (Strigidae, 13 especies), pericos y loros (Psitacidae, cinco especies), carpinteros (Picidae, 12 especies), colibríes (Trochilidae, 22 especies), mosqueros y papamoscas (Tyrannidae, 34 especies), vireos (Virionidae, 11 especies), chipes (Parulidae, 37 especies), gorriones (Emberizidae, 21 especies), cardenales (Cardinalidae, 20 especies) y bolseros y tordos (Icteridae, 15 especies) (cuadro 2).

**Cuadro 2.** Familias de aves registradas en el estado. Fuente: elaboración propia.

| Familia | Nombres comunes | Núm. especies |
|---|---|---|
| Tinamidae | tinamú | 1 |
| Anatidae | patos, cercetas, pijijes, ganso y mergo | 19 |
| Cracidae | chachalaca y pava | 2 |
| Odontophoridae | codornices | 4 |
| Gaviidae | colimbo | 1 |
| Podicipedidae | zambullidores | 3 |
| Hydrobatidae | paíño | 1 |
| Phaethontidae | rabijuncos | 1 |
| Ciconiidae | cigüeña | 1 |
| Fregatidae | fragatas | 1 |
| Sulidae | sulas o bobos | 2 |
| Phalacrocoracidae | cormorán | 2 |
| Anhingidae | anhinga | 1 |
| Pelecanidae | pelícanos | 2 |
| Ardeidae | garzas, garcetas, avetoros y pedretes | 14 |
| Threskiornithidae | ibis | 3 |
| Plataleinae | espátula rosada | 1 |
| Cathartidae | zopilotes | 2 |
| Accipitridae | gavilanes y aguilillas | 21 |
| Falconidae | halcones, caracara y cernícalo | 6 |
| Rallidae | polluelas, rascones, gallinetas y gallaretas | 5 |
| Aramidae | carao | 1 |
| Gruidae | grulla | 1 |

Cuadro 2, continúa

| Familia | Nombres comunes | Núm. especies |
|---|---|---|
| Charadriidae | chorlos | 7 |
| Haematopodidae | ostrero | 1 |
| Recurvirostridae | candelero y avoceta | 2 |
| Jacanidae | jacana | 1 |
| Scolopacidae | playeros, zarapitos, patamarilla, costureros, agachona y falaropos | 18 |
| Laridae | gaviotas, charranes y rayador | 15 |
| Columbidae | palomas y tórtolas | 9 |
| Psittacidae | pericos y loros | 5 |
| Cuculidae | cuclillos, garrapatero y correcaminos | 5 |
| Tytonidae | lechuza | 1 |
| Strigidae | búhos y tecolotes | 13 |
| Caprimulgidae | chotacabras y tapacaminos | 6 |
| Nyctibiidae | bienparado | 1 |
| Apodidae | vencejos | 8 |
| Trochilidae | colibríes, ermitaño y zumbadores | 22 |
| Trogonidae | trogones o coas | 4 |
| Momotidae | momoto o pájaro reloj | 1 |
| Alcedinidae | martín pescadores | 4 |
| Picidae | carpinteros | 12 |
| Furnaridae | trepatroncos y horneros | 3 |
| Grallariidae | hormigueros | 1 |
| Tyrannidae | mosqueros, elenia, pibís, papamoscas, atila, luises, tiranos y titira | 34 |
| Laniidae | verdugo | 1 |
| Vireonidae | vireos y vireón | 11 |
| Corvidae | charas, urraca y cuervo | 8 |
| Hirundinidae | golondrinas | 9 |
| Paridae | carboneros | 2 |
| Aegithalidae | sastrecillo | 1 |
| Sittidae | sitas o brujitas | 2 |
| Certhiidae | trepador | 1 |

Cuadro 2, continúa

| Familia | Nombres comunes | Núm. especies |
|---|---|---|
| Troglodytidae | matracas, chivirines y saltaparedes | 9 |
| Regulidae | reyezuelos | 2 |
| Polioptilidae | perlitas | 2 |
| Turdidae | azulejos, clarín, zorzales y mirlos o primaveras | 11 |
| Mimidae | cenzontles, cuitlacoche y mulato | 3 |
| Motacillidae | bisbitas | 3 |
| Bombycillidae | amplelis | 1 |
| Ptilogonatidae | capulinero | 1 |
| Peucedramidae | ocotero | 1 |
| Parulidae | chipes, parulas, mascaritas, buscabreña y gránatelo | 37 |
| Thraupidae | tángaras | 2 |
| Emberizidae | semilleros, picaflor, atlapetes, rascadorers, toquís, zacatoneros, gorriones y junco | 21 |
| Cardinalidae | picurero, cardenal, picogordos, colorines y arrocerro | 20 |
| Icteridae | tordos, bolseros, zanate y cacique | 15 |
| Fringillidae | eufonia, pinzón y jilgueros | 6 |
| Passeridae | gorrión | 1 |

Aunque no existen especies restringidas únicamente al estado, es importante señalar que en la entidad se encuentran 43 especies endémicas de México que representan casi la mitad de las especies endémicas del país. Se encuentran además 16 especies cuasiendémicas (cuya distribución se restringe mayormente al país, pero que también se extiende ligeramente fuera de sus límites, en los países vecinos) y 26 semiendémicas (cuyas poblaciones reproductoras o invernantes se encuentran casi enteramente en el país (cuadro 3). Los bosques tropicales caducifolios y los bosques templados son los tipos de vegetación que albergan el mayor número de especies endémicas (13 y 14 especies, respectivamente). Este patrón se repite en el caso de especies cuasiendémicas y semiendémicas.

## Distribución

Las aves han colonizado prácticamente todos los ecosistemas terrestres, con excepción del corazón de la Antártida. La distribución de aves en Colima se puede describir en forma general con base en los pisos altitudinales donde se encuentran y los tipos de vegetación donde habitan. Esta es similar a la descrita en el estado vecino de Jalisco (Palomera-García *et al.* 2007), donde la mayor diversidad de especies se encuentra en cli-

Cuadro 3. Especies de aves registradas con algún grado de endemismo. Fuente: elaboración propia.

| | Núm. especies en México | Núm. especies en Colima | Porcentaje de especies en Colima |
|---|---|---|---|
| Endémicas[1] | 104 | 43 | 41.3% |
| Cuasi-endémicas[2] | 46 | 16 | 34.7% |
| Semi-endémicas[3] | 47 | 26 | 55.3% |
| Total | 197 | 85 | 43.1% |

[1] especies restringidas a México (e.g. *Granatellus venustus*).
[2] especies cuya distribución se restringe mayormente al país, pero cuya distribución se extiende ligeramente fuera de sus límites, en los países vecinos (e.g. *Euptilotis neoxenus*).
[3] especies cuyas poblaciones reproductoras (e.g. *Cynanthus latirostris*) o invernates (e.g. *Vireo atricapilla*) se encuentran casi enteramente en el país.

mas tropicales, en altitudes menores a los 1 500 msnm, y disminuye notablemente arriba de los 2 000 msnm.

Al igual que el patrón observado en Jalisco (Palomera-García *et al.* 2007), los bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y matorrales espinosos, además de los manglares y humedales de las zonas bajas, sostienen una mayor riqueza de especies de aves que los bosques de altitudes medias y altas (bosques caducifolios de encino y de encino-pino, mixtos y puros de oyamel). Los bosques mesófilos de montaña son los que mayor riqueza de aves albergan en altitudes intermedias. La vegetación secundaria, que incluye los cultivos, pastizales inducidos y bordes de bosque, alberga al mayor número de especies de aves que los bosques circundantes, en parte por ubicarse en la transición entre estos ambientes (ecotono), de modo que incluye al mismo tiempo especies propias de las comunidades circundantes, así como especies adaptadas a ambientes perturbados con vegetación secundaria (figura 1).

El bosque tropical caducifolio es uno de los tipos de vegetación con mayor número de especies y el que tiene la distribución más amplia en el estado (poco más de 30%) extendiéndose desde el nivel del mar, en donde entra en contacto directo con el litoral, hasta los 1 600 msnm (Palacio-Prieto *et al.* 2000). Asociados a este sistema se encuentran por lo menos 141 especies de aves, de las que destacan especies endémicas como: chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*) (figura 2), loro corona lila (*Amazona finschi*) (figura 3), tecolote colimense (*Glaucidium palmarum*), esmeralda mexicana (*Chlorostilbon auriceps*), trogón citrino (*Trogon citreolus*), carpintero enmascarado (*Melanerpes chrysogenys*), papamoscas jaspeado (*Deltarhynchus flammulatus*) (figura 4), vireo dorado (*Vireo hypochryseus*), chara de San Blas (*Cyanocorax sanblasianus*) (figura 5), chivirín sinaloense (*Thryothorus sinaloa*), chivirín feliz (*T. felix*), perlita sinaloense (*Polioptila nigriceps*), mirlo dorso rufo (*Turdus rufopalliatus*) y gránatelo mexicano (*Granatellus venustus*).

En Colima los bosques templados cubren una superficie relativamente pequeña (50 000 ha aproximadamente), sin embargo, albergan una diversidad importante de aves particularmente migratorias. Por lo menos 18 especies de

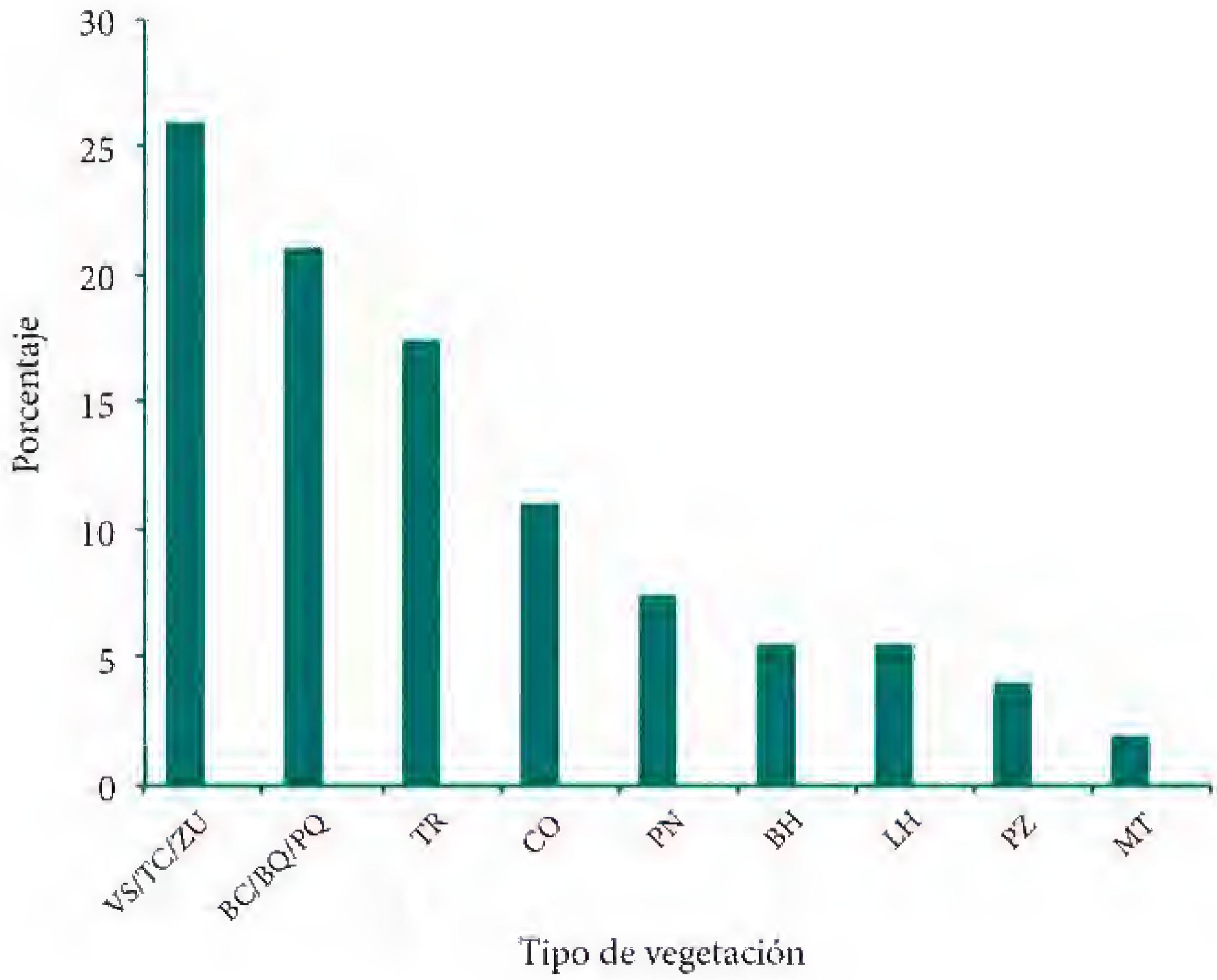



**Figura 1.** Porcentaje de la riqueza de aves en los diferentes tipos de vegetación del estado. Los tipos de vegetación en que se ha observado a la especie, se indican de acuerdo a Rzedowski (1978): bosques de coníferas (BC), bosque tropical húmedo (BH), bosque deciduo de *Quercus* (BQ), litoral costero (CO), lagos, presas, ríos (LH), matorral xerófilo (MT), pelágicas (PEL), humedales y manglares (PN), bosque de pino-encino (PQ), pastizales (PZ), áreas rocosas (RC), tierras de cultivo (TC), bosque tropical caducifolio y matorral espinoso (TR), varios hábitats (VH) (en particular para especies aéreas), vegetación secundaria arbustiva y bordes (VS), y zonas urbanas (ZU). Fuente: elaboración propia.





**Figura 3.** Loro corona lila (*Amazona finschi*). Foto: Leopolo Vázquez.

**Figura 2.** Chachalaca pálida (*Ortalis poliocephala*). Foto: Leopolo Vázquez.



**Figura 4.** Papamoscas jaspeado (*Deltarhynchus flammulatus*). Foto: Mamfred Miiners.

migrantes latitudinales de larga distancia (especies que se reproducen en los bosques templados del norte de América y pasan la temporada no reproductiva, de hasta ocho meses, en los neotrópicos). De manera similar, los cuerpos de agua y humedales del estado sólo ocupan un área muy pequeña, pero alojan gran diversidad de aves acuáticas residentes y migratorias. Los cuerpos de agua más sobresalientes por sus dimensiones son la laguna de Cuyutlán, el estero Palo Verde, el río Armería y el Coahuayana, mientras que en menor escala, pero también importantes, son las lagunas, como la de Amela.

Las islas del archipiélago de Revillagigedo representan otro hábitat importante del estado. En ellas se han registrado al menos 135 especies terrestres o marinas, algunas de las cuales no se observan en la parte continental del estado por ser especies y subespecies endémicas a esas islas. Una de estas especies se considera extinta, tres en peligro de extinción, tres amenazadas y una bajo protección especial (INE 2004, Pitman y Balance 2002) (cuadro 4).

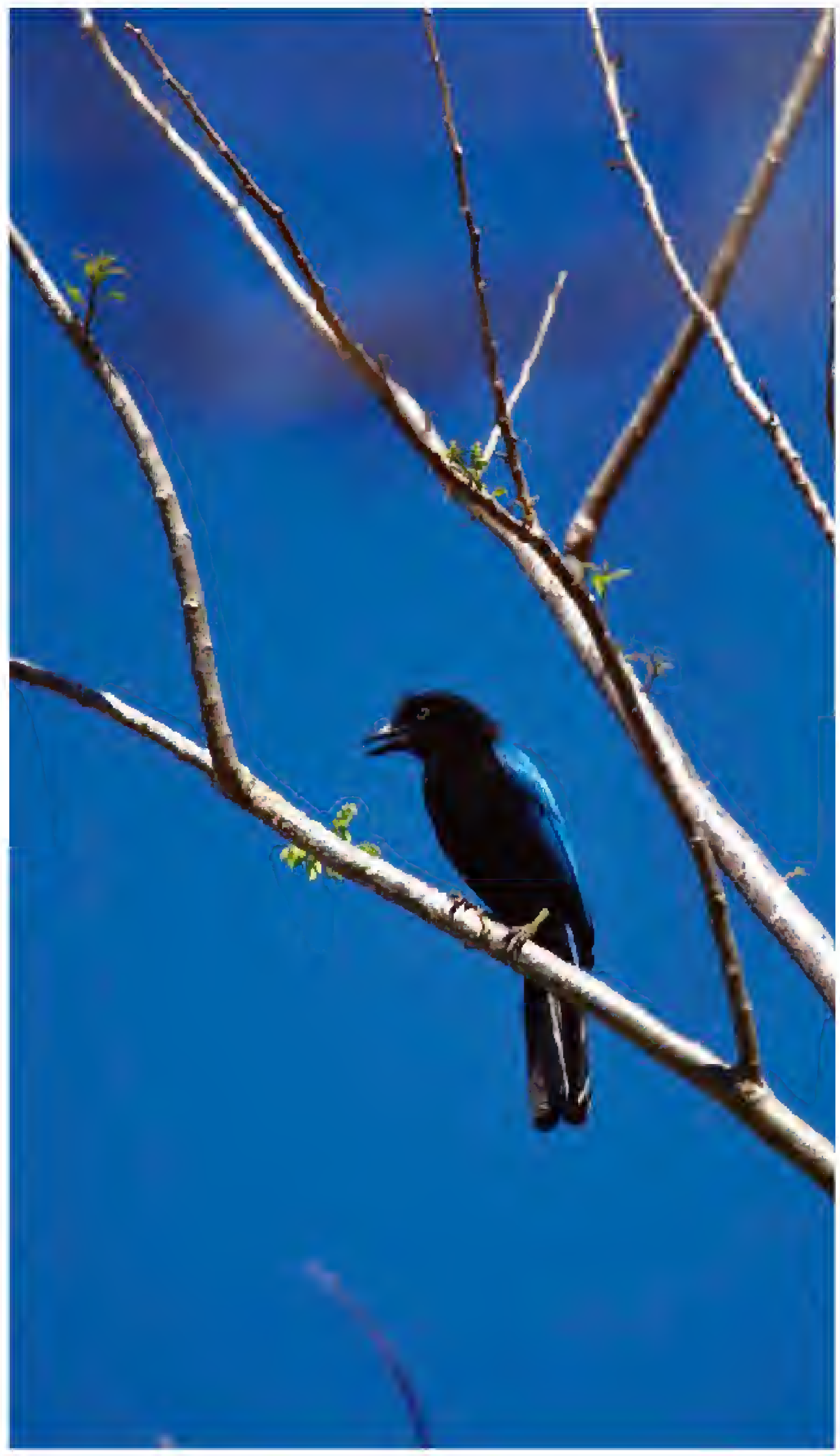


**Figura 5.** Urraca de San Blas (*Cyanocorax sanblasianus*). Foto: Leopolo Vázquez.

**Cuadro 4.** Aves endémicas del archipiélago de las islas de Revillagigedo. Fuente: adaptado por los autores de Ortega *et al.* 1992, de CIBBCS 1992, de estatus de protección (Pr: sujeta a protección especial; Pr: protegida; A: amenazada y P: en peligro extinción) y NOM-059-SEMARNAT-2010.

| Nombre científico | Nombre común | Nivel endemismo | Isla | Nivel protección |
|---|---|---|---|---|
| *Puffinus auricularis auricularis* | pardela de Revillagigedo | subespecie | Archipiélago | P |
| *Nyctanassa violacea gravirostris* | púdrete corona-clara del Socorro | subespecie | Socorro | A |
| *Buteo jamaicensis socorrensis* | aguililla cola-roja de Socorro | subespecie | Socorro | Pr |
| *Zenaida macroura clarionensis* | paloma huilota de Clarión | subespecie | Clarión | |
| *Zenaida graysoni* | paloma de Socorro | especie | Socorro | Extinta |
| *Columbina passerina socorrensis* | tortolita de Socorro | subespecie | Socorro | A |
| *Aratinga holochlora brevipes* | perico de Socorro | subespecie | Socorro | P |
| *Micrathene whitneyi graysoni* | tecolote enano de Socorro | subespecie | Socorro | Extinta |
| *Athene cunicularia rostrata* | tecolote llanero de Clarión | subespecie | Clarión | A |
| *Corvus corax clarionensis* | cuervo de Clarión | subespecie | Clarión | |
| *Troglodytes sissonii* | saltapared de Socorro | especie | Socorro | |
| *Troglodytes tanneri* | saltapared de Clarión | especie | San Benedicto | |
| *Mimodes graysoni* | cenzontle de Socorro | género | Socorro | P |
| *Pipilo erythrophthalmus socorrensis* | toquí de Socorro | subespecie | Socorro | |
| *Parula pitiayumi graysoni* | verdín de Socorro | subespecie | Socorro | Pr |

Además, existen otras especies que aunque no son endémicas al archipiélago están amenazadas globalmente, por lo tanto, han sido categorizadas como sometidas a protección (Pr); éstas incluyen: el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), el gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), el búho cuerno corto (*Asio flammeus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), la gaviota ploma (*Larus heermanni*) (figura 6) y el paíño mínimo (*Oceanodroma microsoma*) (INE 2004).

La laguna de Cuyutlán merece atención especial por ser el único humedal costero grande (con aproximadamente 7 200 ha), en una distancia aproximada de 1 150 km, desde las marismas nacionales en Nayarit hasta el centro de Guerrero. Esta laguna constituye un sitio estratégico en la ruta migratoria de aves acuáticas y playeras, así como un importante sitio de anidación de numerosas especies de aves marinas (Mellink y Riojas-López 2006, Mellink *et al.* 2007) y otras de hábitos acuáticos (Mellink y Riojas-López 2008).



**Figura 6.** Gaviota ploma (*Larus heermanni*). Foto: Leopolo Vázquez.

En uno de los pocos estudios publicados sobre la avifauna de la laguna, Mellink y de la Riva (2005) realizaron un censo de septiembre de 1996 a marzo de 1997 (temporada no reproductiva), registrando 54 370 individuos (abundancia acumulada) incluidos en 57 especies de aves acuáticas, de las cuales 11 son las más comunes (90% de todos los individuos) e incluyen al pelícano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*), gaviota reidora (*Larus atricilla*), cormorán oliváceo (*Phalacrocorax brasilianus*), patos y cercetas como el pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*), cerceta alazul (*Anas discors*), cerceta alaverde (*A. crecca*), pato cucharón norteño (*A. clypeata*), gallareta americana (*Fulica americana*) y playeros como el candelero americano (*Himantopus mexicanus*), avoceta americana (*Recurvirostra americana*) y el playero occidental (*Calidris mauri*).

Estos autores señalaron que los sitios con más especies tenían una combinación de planicies costeras y agua somera y profunda, en cambio, los sitios más pobres fueron aquellos situados cerca de la planta termoeléctrica. Por otro lado, Morrison *et al.* (2009) señalaron que la laguna de Cuyutlán es un sitio prioritario de conservación que debe ser integrado a la Red Mundial de Humedales de importancia internacional (Convención RAMSAR) debido a que alberga poblaciones importantes de especies como el candelero americano (*H. mexicanus*) con 12 100 individuos, que representó 25% del conteo total de individuos registrados para la costa del Pacífico mexicano); avoceta americana (*R. americana*), 10 400 individuos o 6.6%; costureros pico corto y largo (*Limnodromus griseus* y *L. scolopaceus*), 2 600 individuos o 5.9%; y playeras (*Calidris* sp.), 15 400 individuos o 2%.

## Importancia

Desde la antigüedad las aves han atraído la atención del hombre por su plumaje colorido, por su canto y, especialmente, por su extraordinaria capacidad de vuelo. Además de ser utilizadas como mascotas y alimento, las aves han jugado un papel muy importante en la cultura mexicana. Como ejemplos podemos citar su valor simbólico como representación de deidades, símbolo patrio, así como su presencia en todas las formas de arte: música, pintura, artesanía, literatura, decoración y vestido (Navarro y Benítez 1995).

Las aves cumplen con una serie de funciones de vital importancia para la regulación y continuidad de los ecosistemas naturales: polinización, dispersión de semillas, control de poblaciones de insectos y roedores, y aceleración de procesos de degradación (de cadáveres y desperdicios, entre otros).

Su diversidad de formas y conductas, y sobre todo la facilidad con que son observadas, las han hecho un grupo clave en el desarrollo de las ciencias biológicas. Numerosos estudios sobre ecología, fisiología, biogeografía y evolución las han utilizado como modelo, contribuyendo de forma muy importante en la formulación de teorías y en la implementación de metodologías en el estudio de la fauna silvestre (Perrins y Birkhead 1983).

Muchas especies de aves son sensibles a los cambios en la condición del hábitat, por lo que su presencia o ausencia es indicadora de perturbación (Furness y Greenwood 1993, Bryce *et al.* 2002). Ante la magnitud de los cambios antropogénicos en los hábitats naturales, la identificación, estudio y monitoreo de especies (o grupos de especies) indicadoras, son herramientas muy importantes en la conservación.

Desde la perspectiva económica las aves han constituido un elemento muy importante de la dieta humana, que aún se conserva a través de la cría de aves domésticas como pollos, pavos, faisanes, e incluso avestruces. Esto sin mencionar la producción de huevo, que ha sido un producto sumamente apreciado como recurso alimenticio. Además, la cacería deportiva y observación de aves son actividades recreativas y culturales que representan ingresos económicos importantes. En Colima la actividad cinegética es antigua, sin embargo, en términos generales se puede decir que estos recursos no se han aprovechado adecuadamente. Aun cuando existen poblaciones importantes de aves de caza, como las palomas de alas blancas y la paloma arroyera, o de aves acuáticas como patos y cercetas; es necesario fomentar la realización de estudios biológicos y de monitoreo de poblaciones que nos permitan justificar y garantizar el uso sustentable de las aves con fines cinegéticos. Por otro lado, el estado ofrece ventajas para el observador de aves, ya que en distancias relativamente cortas existe un gradiente altitudinal que empieza en las costas y termina en las estribaciones del volcán de Colima, lo anterior permite encontrar una gran variedad de aves que habitan ambientes acuáticos, selvas tropicales y de montaña. Actualmente, se ofrecen por internet varios paseos para la observación de aves a precios que oscilan entre los 8 y 20 mil pesos por persona, por periodos de 3 a 7 días. Aun cuando el beneficio económico directo que recibe el estado es mínimo, éste podría potenciarse con la creación de albergues en zonas naturales con locación estratégica.

## Amenazas y conservación

Las causas principales que amenazan la sobrevivencia de las aves de Colima son las mismas que afectan a la avifauna y los vertebrados del país y estados adyacentes como Jalisco (Iñigo-Elías y Enkerlin-Hoeflich 2003, Santana 2005, Palomera-García *et al.* 2007, Challenger y Dirzo 2009). Indudablemente el factor de deterioro más importante para las poblaciones de aves en Colima ha sido la erradicación y alteración de los hábitats naturales debido a los cambios de uso del suelo, los incendios forestales, el sobrepastoreo y la tala clandestina. Por ejemplo, en un estudio sobre los cambios en la cobertura y usos del suelo, Cuevas-Arellano (2002) registró que los bosques tropical caducifolio y subcaducifolio se redujeron 23% en 25 años (de 2 252 km$^2$ en 1976 a 1 725 km$^2$ en el 2001), mientras que la vegetación de galería, de dunas costeras y los bosques

de encino y pino-encino, presentaron la mayor tasa de cambio negativo, mostrando elevados niveles de perturbación, tanto en calidad como en superficie. Durante este periodo la agricultura de temporal y pastizales cultivados fueron los usos de suelo que experimentaron la expansión más importante.

La cacería con fines cinegéticos o de autoconsumo doméstico parece ser un problema menor. Sin embargo, la captura de especies para el comercio de mascotas es un problema importante para algunas especies como pericos y loros, así como especies canoras que son atrapadas para satisfacer un mercado nacional e internacional escasamente controlado.

La contaminación de ríos, lagunas y manglares sigue siendo un problema vigente. Está ampliamente documentado que las perturbaciones causadas por las actividades humanas tienen un efecto negativo en la distribución, reproducción y alimentación de aves acuáticas (Hernández-López 1991, Hernández-Vázquez *et al.* 2010). En este sentido, Colima no es la excepción. Por ejemplo, la propuesta de la instalación de la Terminal de Gas Natural Licuado de Manzanillo, del complejo de Cuyutlán, definitivamente acarreará cambios importantes sobre la avifauna. La viabilidad de este proyecto y sus repercusiones en la avifauna dependerá del buen manejo que se realice del mismo.

Desafortunadamente no se ha generado la información que permita conocer la situación de conservación de las poblaciones de aves de Colima, sin embargo, la lista de especies en riesgo incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), indica que 69 especies de aves que se encuentra en Colima están bajo alguna categoría de riesgo; de éstas, 12 son especies endémicas al país. En la lista roja de especies amenazadas de aves (UICN 2009), se encuentran 17 de las especies registradas en Colima y 48 especies se encuentran incluidas en los apéndices 1 (cinco especies) y 2 (43 especies), de la lista de especies protegidas por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2010).

Una de las estrategias más importantes en la protección de la biodiversidad es el establecimiento de áreas naturales protegidas (ANP), las cuales son porciones terrestres o acuáticas representativas de los diferentes ecosistemas y su biodiversidad, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por los humanos, y actúan como unidades productivas estratégicas generadoras de una corriente vital de beneficios sociales y patrimoniales.

En Colima existen cinco ANP que en conjunto protegen 650 962 ha, de las cuales 98% pertenece a la Reserva de la Biosfera del Archipiélago de Revillagigedo. En suelos continentales sólo pertenece al estado 10% de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (aproximadamente 14 000 ha, en los municipios de Comala y Minatitlán) y 17% del Parque Nacional Volcán Nevado de Colima (aproximadamente 1 600 ha en los municipios de Comala y Cuauhtémoc). Fuera de estas dos ANP, en Colima sólo existen dos áreas protegidas adicionales: el Área de Protección de Recursos Naturales Las Huertas (167 ha) y la Zona de Protección Forestal y Refugio de Fauna Silvestre El Jabalí (5 178 ha). Ambas áreas son biológicamente importantes, sin embargo, debido a su tamaño (especialmente Las Huertas) requieren

de un manejo tal que garantice la permanencia a largo plazo de los elementos y procesos biológicos que se quieren conservar. En conclusión, sin contar el archipiélago de Revillagigedo, la superficie total protegida en Colima es de 20 945 ha, esto es sólo 3.7% de su territorio (Aid *et al.* 1997), por lo que definitivamente se necesita incrementar esta área.

## Conclusiones

Una de las acciones prioritarias de conservación debe ser la identificación e implementación de ANP. Varios de estos sitios ya han sido sugeridos, por ejemplo, sierra del Perote, laguna de Cuyutlán, esteros Potrero Grande y Palo Verde, entre otros. Es importante resaltar la necesidad de realizar más estudios sobre la avifauna estatal, pues como se menciona al inicio de este apartado, el conocimiento de la avifauna es mínimo, particularmente sobre su biología básica y sobre el efecto de las alteraciones de sus ecosistemas. Para resolver esto deben establecerse estaciones de monitoreo que permitan conocer e identificar los patrones de las variaciones anuales en el tamaño y estructura de las poblaciones. Ante las alarmantes tasas de deforestación y modificación del bosque tropical caducifolio surge la apremiante necesidad de generar estudios que permitan entender mejor la dinámica y función de este ecosistema y su avifauna asociada, así como fomentar el desarrollo de estrategias de conservación hacia los grupos de especies más vulnerables a la deforestación. Se espera que este libro promueva el interés de biólogos y ecólogos en el estudio, conservación y monitoreo de la avifauna, así como de organizaciones e instituciones estatales y nacionales capaces de financiar estos estudios.

## Referencias


Aid, C.S., M.F. Carter y A.T. Peterson. 1997. *Protected areas of western México: status, management, and needs*. Colorado Bird Observatory, Brighton, Colorado.

AOU. American Ornithologists' Union. 1998. American Ornithologists' Union Check-list of North American birds. Seventh Edition and its supplements. Kansas, Estados Unidos de América. En: <*http://www.aou.org/checklist/north/index.php*>, última consulta: 10 de junio de 2012.

Blake, E.R. 1953. *Birds of Mexico: a guide for field identification*. University of Chicago Press, Chicago, Estados Unidos de América.

Bryce, S.A., R.M. Hughes y P.R. Kaufmann. 2002. Development of a bird integrity index: using bird assemblages as indicators of riparian condition. *Environmental Management* 30:294-310.

Challenger, A. y R. Dirzo. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: *Capital natural de México, vol. II: estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, pp. 37-73.

CIBBCS. Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. 1992. Reporte a la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales Renovables del Instituto Nacional de Ecología sobre la situación de los Recursos Naturales de la isla Socorro y sus necesidades de conservación. México.

CITES. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silves-

tres. 2010. En: <*http://www.cites.org/eng/app/appendices.php*>, última consulta: 11 de junio 2012.

CONABIO. Comisión Nacional para la Conservación y el Uso de la Biodiversidad. 2015. Naturalista. En: <*http://conabio.inaturalist.org/taxa/3-Aves*>, última consulta: 19 de junio de 2015.

Contreras-Martínez, S. 1999. *Preliminary analysis of endemic and threatened avifauna distribution in southern Jalisco, México*. Tesis de maestría. Conservation Biology and Sustainable Development. Illuminating Engineering Society of North América (IES). University of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin, Estados Unidos de América.

Cuevas-Arellano, H.B. 2002. *Cambio de la cobertura y del uso del suelo en el estado de Colima (1976-1933-2001)*. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMICH). Morelia, Michoacán.

Davis, J. 1960. Notes on the birds of Colima, México. *Condor* 62:215-219.

Desgranges, J.L. y P.R. Grant. 1980. Migrant humminbgirds' accomodation into tropical communities. En: *Migrant birds in the neotropics: ecology, behavior, distribution and conservation*. A. Keast y E.S. Morton (eds.). Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C., pp. 395-409.

Escalante, P., A.M. Sada y J. Robles Gil. 1996. *Listado de nombres comunes de las aves de México*. CONABIO y Sierra Madre, A.C.

Escalante Pliego P., A.G. Navarro Sigüenza y A.T. Peterson. 1998. Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. T.P. Ramammorty, R. Bye y A. Lot (eds.) Instituto de Biología (IBUNAM)/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), pp. 279-304.

Furness, R.W. y J.J.D. Greenwood. 1993. *Birds as monitors of environmental change*. Chapman and Hall, Londres.

Friedmann H., L. Griscom y R.T. Moore. 1950. Distributional check-list of the birds of Mexico: Part I. *Pacific Coast Avifauna* 29:1-202.

Gaston, K.J. y T.M. Blackburn. 1997. How many birds are there? *Biodiversity and Conservation* 6:615-625.

Griscom, L. 1950. Distribution and origin of the birds of México. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology* 103(6):341-382.

Hernández-López, L. 1991. *Análisis y evaluación de las áreas silvestres protegidas en Jalisco y Colima, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara (UDG). Jalisco.

Hernández Vázquez, S., R. Rodríguez-Estrella., J.H. Vega-Rivera., F. Hernández-Vázquez., J.A. Rojo-Vázquez y V.H. Galván-Piña. 2010. Estructura, dinámica y reproducción de las asociaciones de aves acuáticas de la costa de Jalisco, México. En: *Ecosistemas marinos de la costa Sur de Jalisco y Colima*. C. Franco-Gordo., J.A. Rojo-Vázquez., F. Silva-Bátiz y G. González-Sansón (eds.). UDG, pp. 151-188.

Howell, S.N.G. 2004. Further observations of birds from Colima and adjacent Jalisco, México. *Cotinga* 21:38-43.

———. 1999. *A bird-finding guide to México*. Cornell University Press, Nueva York.

Hutto, R.L. 1985. Habitat, selection by non breeding migratory landbirds. En: *Habitat selection in bird*. M.L. Cody (ed.). Academic Press, Nueva York, pp: 455-476.

———. 1987. A description of mixed-species insectivorous bird flocks in western Mexico. *Condor* 89:282-292.

IMECBIO. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad. 2000a. Diagnóstico integral y plan comunitario de manejo de los recursos naturales. Ejido Platanarillo, municipio de Minatitlán Colima. Universidad de Guadalajara (UDG). Au, Jalisco.

———. 2000b. Programa de desarrollo regional sustentable, región de la Sierra de Manantlán, estados de Jalisco y Colima. UDG, Autlán de Navarro, Jalisco.

INE. Instituto Nacional de Ecología. 2004. Programa de conservación y manejo Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).México D.F.

Iñigo-Elías, E.E. y E.C. Enkerlin-Hoeflich. 2003. Amenazas, estrategias e instrumentos para la conservación de las aves. En: *Conservación de las experiencias en México*. H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (eds.). Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX)/National Fish y Wildlife Foundation/CONABIO, México, pp. 86-132.

Jardel, E. y E. Santana. 1991. *Evaluación del estero Potrero Grande, Colima, como área de conservación.* Informe Técnico a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE).

LePage, D. 2009. Checklist of the birds of Colima. En: <*http://avibase.bsc-eoc.org/checklist.jsp?lang=ES&region=mxcl&list=howardmoore*>, última consulta: 22 de agosto de 2009.

Mellink, E. y G. de la Riva. 2005. Non-breeding waterbirds at Laguna de Cuyutlán and its associated wetlands, Colima, Mexico. *Journal of Field Ornithology* 76:158-167.

Mellink, E., E. Palacios y E. Amador. 2007. Colonies of four species of terns and the black skimmer in western Mexico. *Waterbirds* 30:358-366.

Mellink, E. y M.E. Riojas-López. 2006. Nesting of forster´s tern in a tropical coastal lagoon, Cuyutlán, Colima, México. *Western Birds* 37:45-47.

Mellink, E. y M.E. Riojas-López. 2008. Waterbirds (other than Laridae) nesting in the middle section of laguna Cuyutlán, Colima, México. *Revista de Biología Tropical* 56:391-397.

Miller, A.H., H. Friedmann, L. Griscom y R.T. Moore. 1957. Distributional check-list of the birds of Mexico: part 2. *Pacific Coast Avifauna* 33:1-436.

Moreno, S., J.C. Alaniz, E. Santana y M.I. Moreno. 1991. Evaluación del impacto de los aprovechamientos forestales sobre fauna silvestre para lograr un manejo integral del bosque. En: *Primer Foro Nacional sobre Manejo Integral Forestal.* B. Arteaga M. (ed.). Chapingo, México. 10 y 11 de octubre

Morris, C. y J. Buffa. 1996. Birding in Volcan de Fuego Colima, México. Winging It. Newsletter of the American Birding Association, Inc. *August* 8:1-7.

Morrison, M.L. 2009. *Restoring wildlife: ecological concepts and practical applications*. Island Press. Washington, D.C.

Navarro, A. y H. Benítez. 1995. *El dominio del aire.* FCE. México, D.F.

Navarro, A.G. y Sánchez-González. 2003. La diversidad de las aves. En: *Conservación de aves. Experiencias en México*. H. Gómez de Silva y A. Oliveras (eds.). Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, A.C. (CIPAMEX)/National Fish y Wildlife Foundation/CONABIO. México, pp. 24-85.

Ortega, A., A. Castellanos, G. Arnaud, *et al*. 1992. Recursos naturales de la isla Socorro, Revillagigedo, México. *Ciencia* 45:175-184.

Palomera-García, C., E. Santana, S. Contreras-Martínez y R. Amparán. 2007. En: *Avifaunas estatales de México.* R. Ortiz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva, *et al.* (eds.). CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México, pp. 1-48.

Perrins, C.M. y T.R. Birkhead. 1983. *Avian ecology*. Chapman y Hall, New York.

Pitman, R.L. y L.T. Balance. 2002. The changing status of marine birds breeding at San Benedicto Island, Mexico. *Wilson Bulletin* 114:11-19.

Santana, E. 2005. A context for bird conservation in Mexico: challenges and opportunities. Keynote. En: *Bird conservation implementation and integration in the Americas*. Proceedings of the Third International Partners in Flight Conference. United States Department of Agriculture (USDA), Forest

Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191, pp 15-25. En: <*http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr191/Asilomar/pdfs/15-25.pdf*>, última consulta: 15 de julio de 2015.

Santana C., E.S. Contreras-Martínez, S. Graf, *et al.* 2004. Potencial para desarrollar actividades ecoturísticas basadas en la observación de aves en la región de Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. En: *Anexo 4 del Informe de Avance a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) del Programa de Monitoreo de Aves en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.* Departamento de Ecología y Recursos Naturales/Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (DERN-IMECBIO)/UDG.

Santana E., H. Verdugo-Munguía, C. Ibarra-Cerdeña, *et al.* 2006. Extension of the known breeding range and breeding season of the Peregrine Falcon in western north America. The Raptor Research Foundation. *The Journal of Raptor Research* 40:238-241.

Sayago-Lorenzana, R.C. 2005. *Congruencia entre las áreas prioritarias de conservación de la flora leñosa y las aves del bosque tropical caducifolio de Colima, México*. Tesis de maestría. UNAM. México.

Schaldach, W.J.Jr. 1963. The avifauna of Colima and adjacent Jalisco, México. *Proceedings Western Foundation Vertebrate Zoology* 1:1-100.

Schaldach, W.J.Jr. 1969. Further notes on the avifauna of Colima and adjacent Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México 40, Serie Zoología* (2):229-316.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

UICN. International Union for Conservation of Nature. 2009. Red List of Threatened Species. Version 2009.2, as evaluated by BirdLife International - the official Red List Authority for birds for IUCN En: <*http://www.iucnredlist.org*>, última consulta: 22 de agosto de 2009.

Verdugo, M.H. y D.J.A. Rodríguez. 2007. Avifauna de la "Presa de Jales", el Arrayanal, Minatitlán, Colima, como estudio previo justificativo para la empresa ECOFOR, Informe Técnico.

Verdugo, M.H., D.J.A. Rodríguez y E.A.C. Gómez. 2009. Prospección avifaunística de un banco de puzolana en restauración en los Asmoles, Colima, como parte del monitoreo de fauna de la empresa ECOFOR, Informe Técnico.

Villaseñor, J.F. y R.L. Hutto. 1995. The importance of agricultural areas for the conservation of neotropical migratory landbirds in Western Mexico. En: *Conservación de las aves migratorias neotropicales en México*. M.H. Wilson y S.A. Sader (eds.). Maine Agricultural and Forest Experiment Station, Miscellaneous Publication 27, pp. 59-80.

WINGS. Birding Tours Worldwide. 2009. Birdlist Colima and Jalisco. En: <*http://wingsbirds.com/birdLists/birdlist/6*>, última consulta: octubre de 2009.

ESTUDIO DE CASO

# AVES DE NOGUERAS, COMALA

Héctor Arturo González-Alonso

## Introducción

El estado posee una gran diversidad biológica, con alto valor cultural y científico debido a su localización geográfica y características fisiográficas. Estudios biogeográficos recientes ubican a Colima, y a todo el occidente del país, en la denominada Provincia de la Costa Pacífica Mexicana (Espinosa *et al.* 2000, Morrone *et al.* 2002), específicamente en lo que se ha denominado Provincia Biótica Nayarit-Guerrero (Goldman y Moore 1946, Goldman 1951, Stuart 1964, Álvarez y Lachica 1991). Esta provincia es una de las regiones con mayor riqueza específica de aves, así como con un número elevado de especies endémicas (Arizmendi *et al.* 1990) y constituye un corredor biológico muy importante que sirve de paso a muchas aves migratorias, conectando sus principales sitios de reproducción con los trópicos.

Para este trabajo se realizó un inventario preliminar de las aves observables en el área de Nogueras, Comala, a lo largo de un año (mayo 2005-abril 2006). Nogueras se ubica a 600 msnm en el municipio de Comala, a ocho km al norte de la ciudad de Colima. En esta zona se encuentra el Eco-Parque Nogueras, administrado por el Centro Universitario de Gestión Ambiental de la Universidad de Colima. Adyacente al Ecoparque existe una zona de protección ecológica importante a nivel estatal, denominada Área de Protección de los Recursos Naturales Las Huertas (INEGI 2004). El clima de la región es cálido subhúmedo (Aw) con temperatura media anual de 23 °C y régimen de lluvias de mayo a septiembre (García 1981, 1986). La vegetación original de la región era selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y transición entre éstas y la vegetación submontana (Morales 1978, Rzedowski 1988, Flores-Villela 1993, Challenger 1998); sin embargo, debido a la fuerte presión antropogénica actualmente la vegetación es un mosaico de elementos introducidos y naturales.

Los resultados de las observaciones realizadas en el Eco-Parque Nogueras, y sus alrededores, permitieron elaborar una lista preliminar de 67 especies de aves, pertenecientes a 56 géneros y 29 familias (apéndice 1). Estas especies se ilustran en la guía de campo producto de esta investigación (González 2009). Las familias de mayor importancia en cuanto a número especies fueron Tyrannidae (10), Parulidae (siete), Trochilidae (cinco), Emberizidae (cuatro) y Cardinalidae (seis). Cuatro especies se ubican en la categoría protección especial (Pr), establecida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010): guaco (*Micrastur semitorquatus*), chipe colimense (*Oreothlypis crissalis*), perico frentina-

González-Alonso, H.A. 2016. Aves de Nogueras, Comala, En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 462-466.

ranja (*Eupsittula canicularis*) y periquito mexicano (*Forpus cyanopygius*).

De las 67 especies observadas, ocho son endémicas del occidente de México, es decir, endémicas de la provincia biótica Nayarit-Guerrero (Howell y Webb 1995): rascador coronirrufo *(Melozone kieneri),* carpintero cachetirrayado *(Melanerpes chrysogenys* (figura 1), periquito mexicano *(Forpus cyanopygius),* tecolotito colimense *(Glaucidium palmarum* (figura 2)), colibrí corona violeta *(Amazilia violiceps),* saltapared sinaloense *(Thryophilus sinaloa),* zorzal dorsirrufo *(Turdus rufopaliatus)* y vireo dorado *(Vireo hypochryseus).*



**Figura 1.** Carpintero cachetirrayado (*Melanerpes chrysogenys*). Foto: Héctor Arturo González Alonso.

El número de especies, tanto residentes como migratorias, varió con la temporada del año; la distribución temporal (acumulativa) de mayo 2005 a abril de 2006 se muestra en la figura 3.

Del total de aves registradas en este estudio se enlistaron 24% de especies migratorias, este porcentaje corresponde a las especies que vienen desde Canadá, Estados Unidos y norte de México a pasar el invierno a tierras tropicales en Colima, así como las que lo hacen más al sur del país y solamente se les observa de paso. La migración local, en la que algunas especies se trasladan a lugares más bajos y cálidos dentro de la misma región geográfica en invierno o en otra temporada del año, no fue considerada, por lo que este tipo de especies se integraron a las aves consideradas como residentes (figura 4).

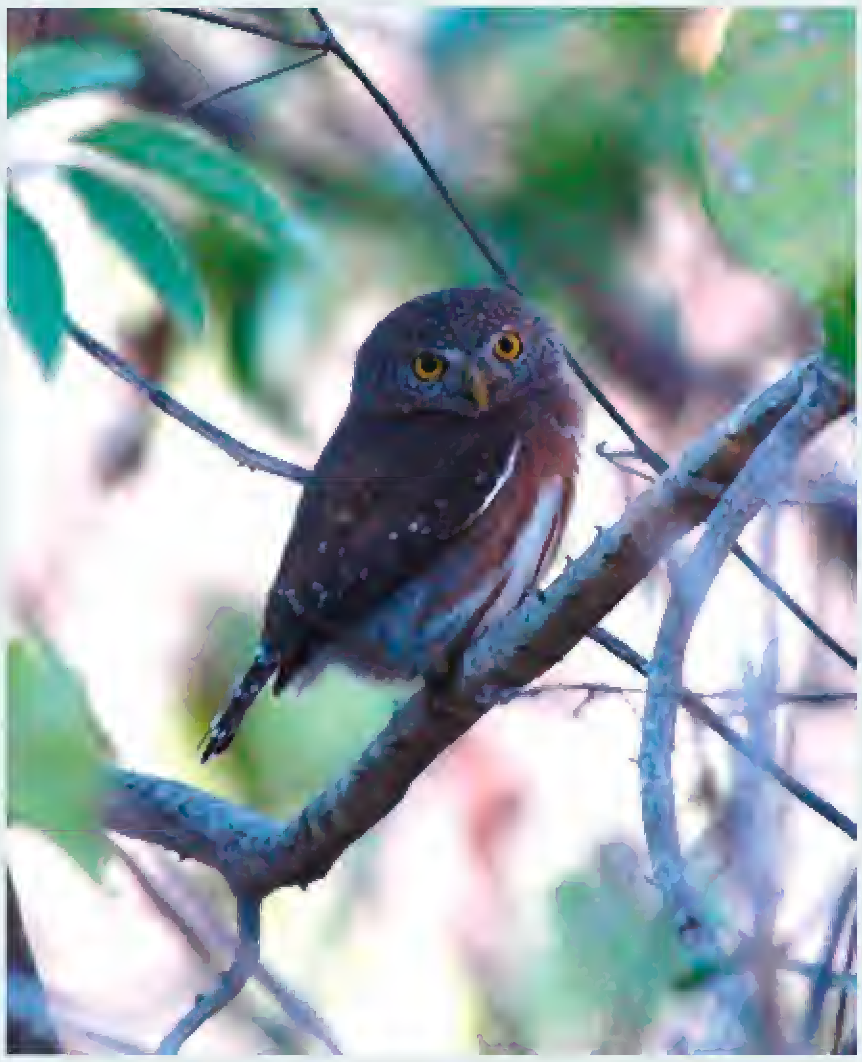


**Figura 2.** Tecolotito colimense (*Glaucidium palmarum*). Foto: Héctor Arturo González Alonso.

Con relación a la distribución vertical (estratificación) de las especies de aves observadas, se encontró que el sotobosque inferior y el sotobosque medio fueron las áreas más utilizadas por las aves; en segundo lugar está el suelo y el sotobosque superior, seguidas del dosel.

La estratificación vertical de las aves es provocada por una serie de interacciones de compe-

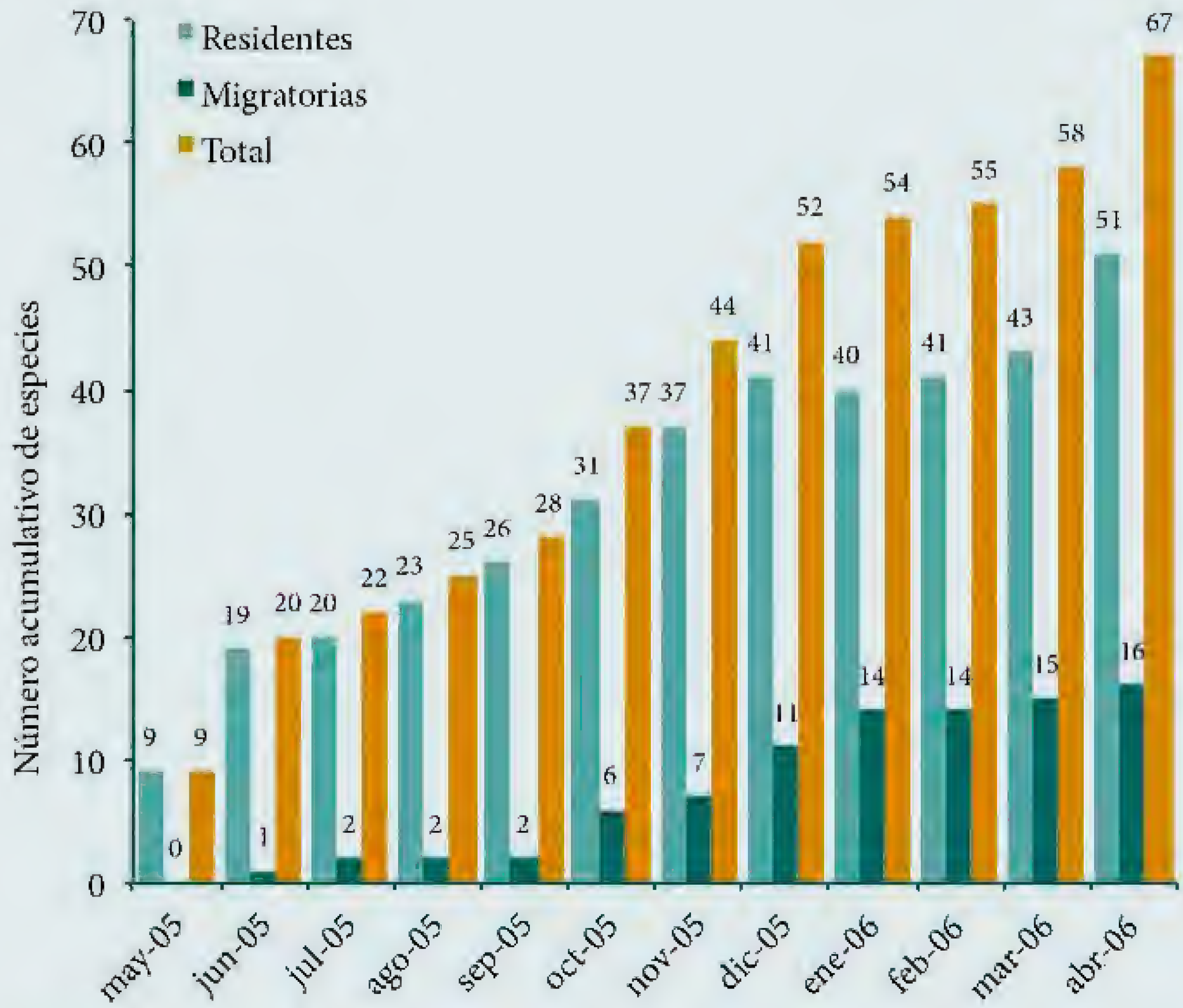



**Figura 3.** Número acumulativo de especies de aves para Nogueras, Colima. Fuente: elaboración propia.

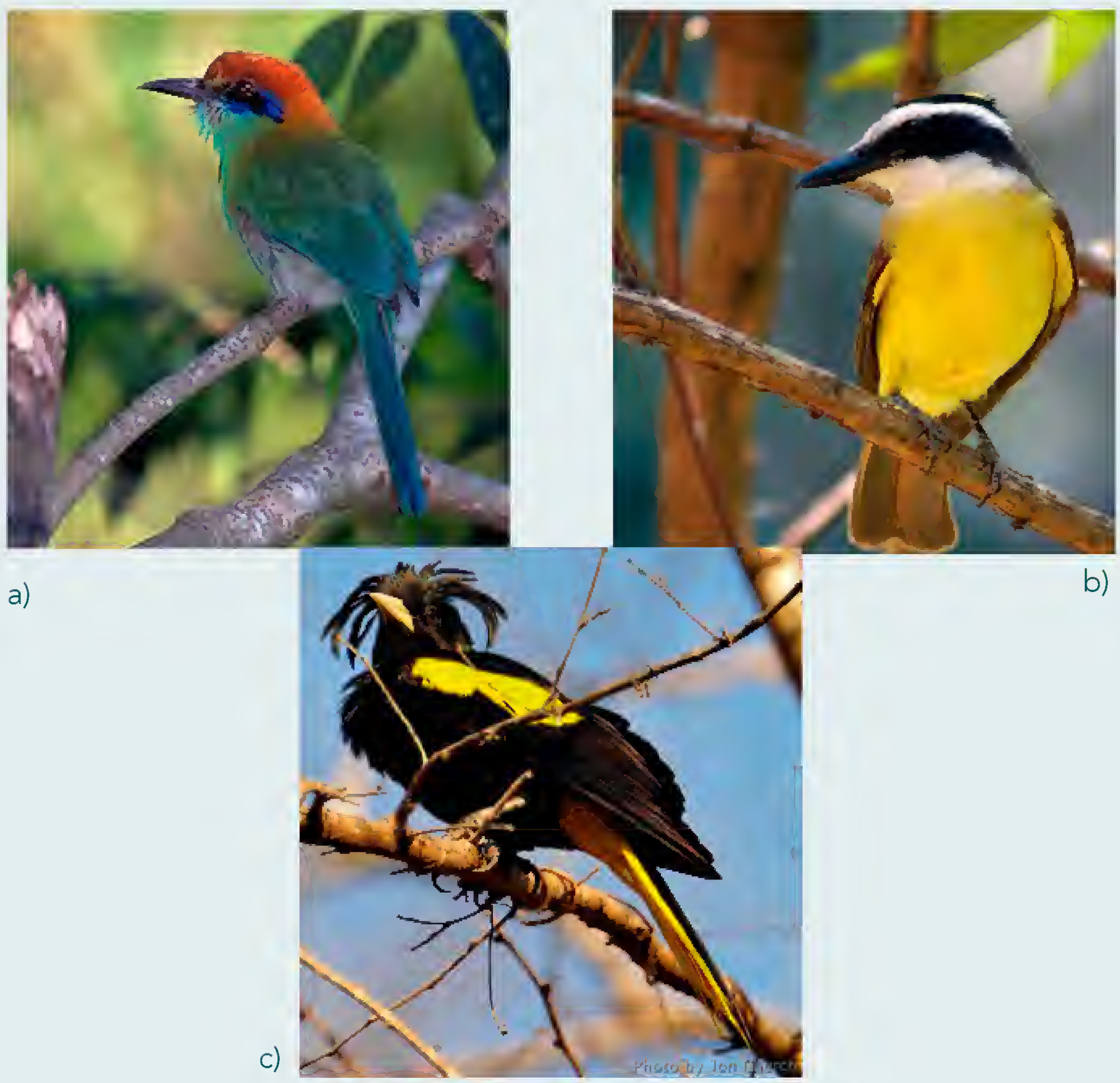



**Figura 4.** Especies de aves residentes registradas en Nogueras, Colima. a) Momoto corona café (*Momotus* mexicanus), b) Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), c) Cacique mexicano (*Cacicus melanicterus*). Foto: Héctor Arturo González Alonso.

tencia y repartición de recursos alimenticios y de otra índole (Arizmendi *et al.* 1990).

## Conclusiones

El principal riesgo al que se enfrenta la avifauna de Nogueras es la pérdida de hábitat. Año tras año se desmontan nuevas áreas con vegetación natural que se utilizan para actividades agrícolas, construcción de caminos y nuevos asentamientos humanos. Además, para los casos específicos de los pericos frentinaranja (*E. canicularis*) y del mexicano (*Forpus cyanopygius*), existe el problema del saqueo de nidos, tráfico y comercialización ilegal. Es importante notar que esta última especie es endémica del occidente de México (Howell y Webb 1995, INE 2000). La heterogeneidad del hábitat es un factor muy importante asociado a la riqueza de especies de una región, y la complejidad biológica en general es un componente regulador de la función del ecosistema (Schulze y Mooney 1993).

La conservación de las especies de aves migratorias y residentes depende en gran medida de la protección y mantenimiento de sus hábitats, del muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como del fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional, como se establece en el artículo 76 de la Ley General de Vida Silvestre (CGEUM 2002). La provincia biótica Nayarit-Guerrero constituye un sitio altamente diverso en especies de aves, así como un corredor biológico muy importante que sirve de paso a muchas aves migratorias, conectando estos sitios con los trópicos. Conocer con detalle los recursos avifaunísticos de esta región es un factor indispensable para planear estrategias de conservación, protección ambiental y uso sustentable, así como para ofrecer a las nuevas generaciones un mejor conocimiento de su región a través de programas de educación ambiental.

## Referencias


Álvarez, T. y F. Lachica. 1991. *Zoogeografía de los vertebrados de México*. Instituto Politécnico Nacional (IPN)/Sistemas Técnicos de Edición, México, D.F.

Arizmendi, M., H. Berlanga, L. Márquez, *et al.* 1990. *Avifauna de la región de Chamela, Jalisco*. Cuadernos núm. 4, Instituto de Biología (IBUNAM), México, D.F.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/IBUNAM/Sierra Madre A.C., México, D.F.

Escalante, P., A.M. Sada y J. Robles Gil. 1996. *Listado de nombres comunes de las aves de México*. CONABIO/Sierra Madre, A.C. México.

Espinosa, D., J. Morrone, C. Aguilar y L. Llorente. 2000. Hacia una clasificación natural de las provincias fisiográficas mexicanas. Informe final del proyecto Q054 de la CONABIO. México, D.F.

Flores-Villela, R. 1993. *Estudio etnobotánico del municipio de Comala, Colima, México*. Tesis profesional de ingeniero agrónomo con especialidad en fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México, México.

García, E. 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Instituto de Geografía, UNAM. Offset Larios 3a ed., México, D.F.

García, E. 1986. *Apuntes de climatología*. Offset Larios 5a ed., México, D.F.

Goldman, E.A. y R.T. Moore. 1946. The biotic provinces of México. *Journal of Mammalogy* 26(4): 347-360.

Goldman, E.A. 1951. Biological investigations in México. *Smithsonian Miscelaneous Collections* (115):i-ix, 1-475.

González-Alonso, H.A. 2009. *Aves de Nogueras, Comala, Colima-Guía para la identificación en campo*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/Centro Universitario de Gestión Ambiental de la Universidad de Colima (CEUGEA).

Howell, S.N.G y S. Webb. 1995. *A guide to the birds of México and northern Central America*. Oxford University Press, Nueva York, Estados Unidos de América.

INE y SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Proyecto para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los psitácidos de México. Proyecto de Recuperación de Especies Prioritarias. México, D.F.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2004. Anuario Estadístico de Colima, México, D.F.

Morales, J. 1978. *Ixtlahuacán y sus pueblos 1778*. Club del Libro Colimense núm. 23, Antolin Lovis Hermanos, México, D.F.

Morrone, J., D. Espinosa y J. Llorente. 2002. Mexican biogeographic provinces: preliminary scheme, general characterizations, and synonimies. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 85:83-108.

Rzedowski, J. 1988. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.

Schulze, E.D. y H.A. Mooney. 1993. Ecosystem function and biodyversity. En: *Biodiversity and ecosystem function*. E.D. Schulze y H.A. Mooney (eds.). Springer-Verlag, Berlin, Alemania, pp. 497-510.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Stuart, L.C. 1964. Fauna of Middle América. En: *Handbook of Middle American Indians*. R.C. West (ed.). Estados Unidos de América, pp. 316-363.

# Mamíferos
(Mammalia)

Cornelio Sánchez-Hernández
Gary D. Schnell
María de Lourdes Romero-Almaraz
Sara Beatriz González-Pérez
Michael L. Kennedy
Troy L. Best

## Descripción

Los mamíferos se distinguen de otros vertebrados por las siguientes características: tener glándulas mamarias que secretan leche para alimentar a sus crías, estar cubiertos de pelo, poseer tres huesecillos en el oído interno (yunque, martillo y estribo), dentición heterodonta (diferentes tipos de dientes), sistema respiratorio pulmonar, corazón dividido en cuatro cavidades y por ser homeotermos (mantienen una temperatura constante a través de procesos metabólicos), entre otras. Estas características les han permitido desarrollar una gran variedad de adaptaciones locomotoras, conductuales y fisiológicas que han hecho posible su presencia en prácticamente todos los ambientes sobre el planeta. Los organismos de la clase Mammalia han generado un gran interés en el hombre, posiblemente porque los humanos pertenecemos a ella y su estudio abarca prácticamente todas las disciplinas de la ciencia.

Los ciclos de vida que presentan los mamíferos son muy diversos; algunos grupos como los roedores viven en promedio un año, mientras que hay especies como los elefantes que pueden alcanzar hasta 60 años de edad en vida silvestre. La mayoría de los mamíferos tienen varias camadas, con más de una cría al año, mientras que otras sólo se reproducen anualmente, incluso cada dos años o más y tienen una cría por parto. Las crías al nacer pueden ser precoces (cuando son capaces de moverse y alimentarse por sí mismas a las pocas horas de nacidas) o altricias (aquellas que dependen del cuidado de la madre o del padre por varios días, incluso meses).

Sánchez-Hernández, C., G.D. Schnell, M. de L. Romero-Almaraz, S.B. González-Pérez, M.L. Kennedy y T. L. Best. 2016. Mamíferos (Mammalia). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 467-477.

Este grupo es uno de los más vulnerables debido a que desde tiempos inmemoriales han sido aprovechados como: animales domésticos, fuente de alimentación, vestido, protección, ornato, estudio y experimentación; además, su hábitat se ha ido reduciendo rápidamente y las poblaciones van quedando aisladas, lo que las hace más sensibles a la destrucción.

## Diversidad y distribución

La taxonomía de los mamíferos se ha documentado en el mundo desde hace más de un siglo (Trouessart 1885) y el número más reciente que se tiene es de 5 416 especies (Wilson y Reeder 2005), de las cuales 496 especies terrestres se encuentran en México (Ramírez-Pulido *et al.* 2004), por lo que ocupa el tercer lugar (Ceballos y Oliva 2005). El área con mayor diversidad y especies endémicas de mamíferos en nuestro país comprende los estados de Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán (Ramírez-Pulido y Müdespacher 1987, Fa y Morales 1993 y Ceballos y Oliva 2005). Esta región se ubica en la zona de transición entre las dos grandes regiones biogeográficas de América (Neártica y Neotropical), razón por la cual en ella confluyen especies tanto de origen templado como tropical, que sumado a la accidentada topografía, la gran variedad de climas y la influencia de las corrientes marítimas, favorecen la creación de una gran cantidad de nichos ecológicos que son ocupados por diferentes especies de organismos, varios de ellos mamíferos.

A pesar de que Colima es el tercer estado más pequeño de México (5 191 km$^2$), en él se distribuyen 129 especies, un número muy alto si se considera que Michoacán en un territorio 10 veces mayor (58 585 km$^2$), tiene 160 especies (Núñez 2005) y Jalisco 163 especies (Ceballos y Oliva 2005) en una superficie todavía mayor (80 386 km$^2$).

Las 129 especies de mamíferos de Colima representan 25.3% de los mamíferos terrestres conocidos para México y 2.3% en el mundo, de éstas, ocho géneros y 31 especies son endémicos. Los géneros endémicos son: *Tlacuatzin* (orden Didelphimorphia) (figura 1), *Megasorex* (Soricomorpha), *Musonycteris* (Chiroptera), *Pappogeomys, Hodomys, Nelsonia, Osgoodomys* y *Xenomys* (Rodentia). Las especies endémicas pertenecen a los órdenes: Didelphimorphia (1), Lagomorpha (1), Soricomorpha (1), Chiroptera (5), Lagomorpha (1), Carnivora (1) y Rodentia (19); mientras que *Tamandua mexicana hesperia* es una subespecie endémica.

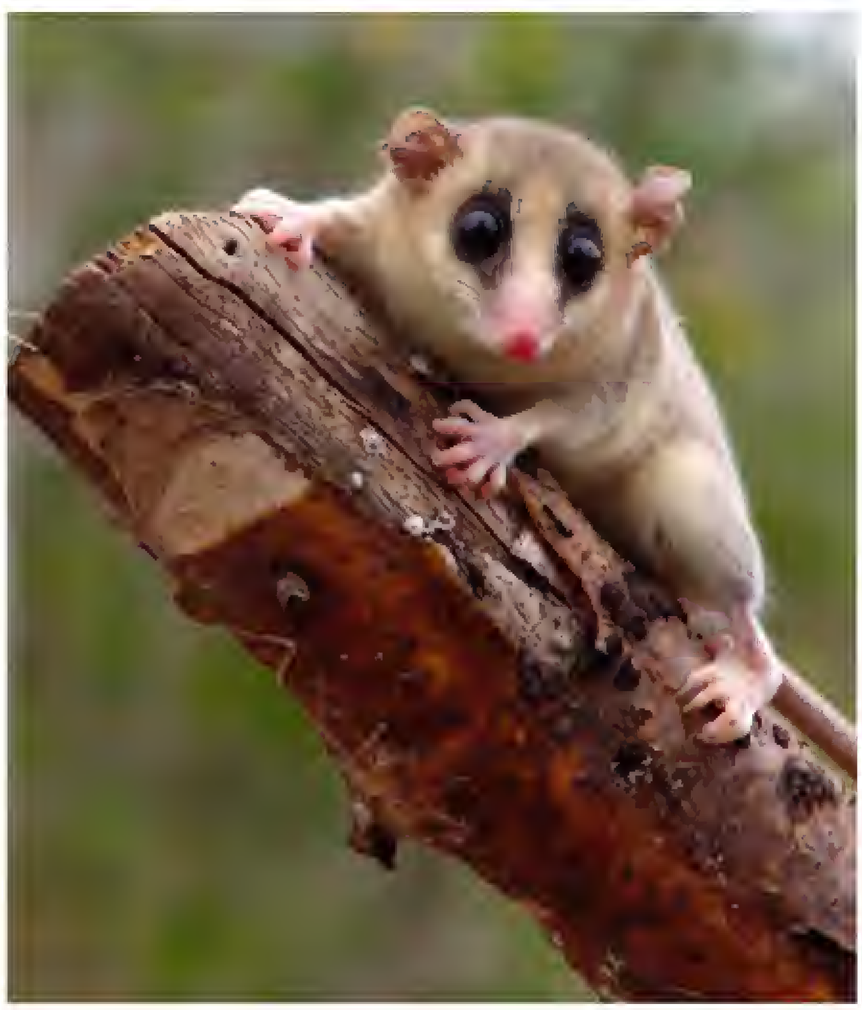


**Figura 1.** Tlacuache ratón gris, especie endémica de México, habitante de Colima (*Tlacuatzin canescens*). Foto: María de Lourdes Almaraz.



**Figura 2.** Murciélago bicolor, especie endémica de México, habitante de Colima (*Natalus lanatus*). Foto: Celia López González/Banco de imágenes CONABIO.

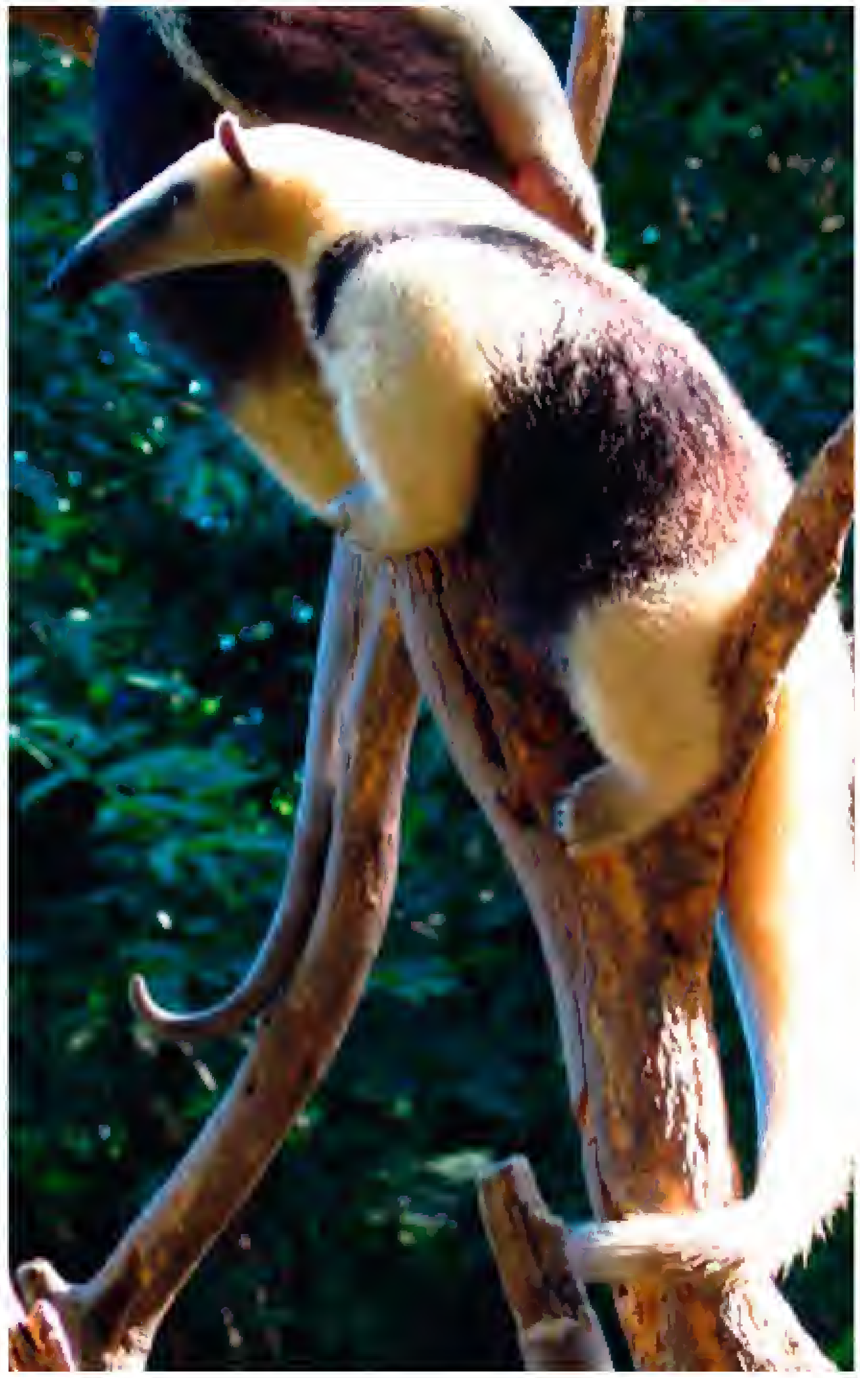


**Figura 3.** El tamandua norteño (*Tamandua mexicana*), tiene en Colima su registro más norteño en la costa del Pacífico mexicano. Foto: Víctor Hugo Luja/Banco de imágenes CONABIO.

No obstante esta riqueza, a la fecha no se tiene ningún inventario de los mamíferos de Colima, aunque hay varios reportes sobre la distribución de algunas especies, en su mayoría murciélagos. Entre los estudios más importantes se encuentra el de Villa-R. (1966), quien registró 37 especies de murciélagos para el estado, como parte de un inventario de murciélagos de México. Kennedy *et al.* (1984) publicaron un listado de los murciélagos, principalmente de la región de Playa de Oro y El Cóbano. Mientras que Sánchez-Hernández *et al.* (2002) reportaron 13 nuevos registros de murciélagos. Otros estudios recientes son el de González-Ruiz *et al.* (2004), que registraron tres especies de roedores; Cervantes *et al.* (2008) dan información sobre tres especies de musarañas y Burton y Ceballos (2006) citan el registro más norteño de *Tamandua mexicana* para la costa del Pacífico.

Las 129 especies reportadas para Colima se agrupan sistemáticamente en nueve órdenes, 23 familias y 78 géneros. El orden Chiroptera presenta el mayor número de familias (7), seguido de Carnivora (5) y Rodentia (4). En cuanto al número de especies se refiere, el orden Chiroptera es el más diverso con 66, seguido de Rodentia con 32, mientras que Carnivora con 17 especies ocupa el tercer sitio. Dentro del orden Chiroptera, la familia Phyllostomidae es la más diversa, con 25 especies y 16 géneros, seguida por Vespertilionidae con 19 especies y cinco géneros. Del orden Rodentia la familia más diversa es Cricetidae, con 23 especies y 13 géneros (apéndice 1).

De los murciélagos, el género más diversos es *Myotis* con nueve especies, y de los roedores *Peromyscus* con cuatro. La mayoría de las especies tienen un patrón de reproducción monoes-

tro estacional (sin periodos definidos de mayor actividad, seguido de inactividad reproductiva; 17 terrestres, 39 voladoras) o diferentes variantes de un patrón reproductor poliestro (con varios periodos de actividad reproductiva) (figura 4).

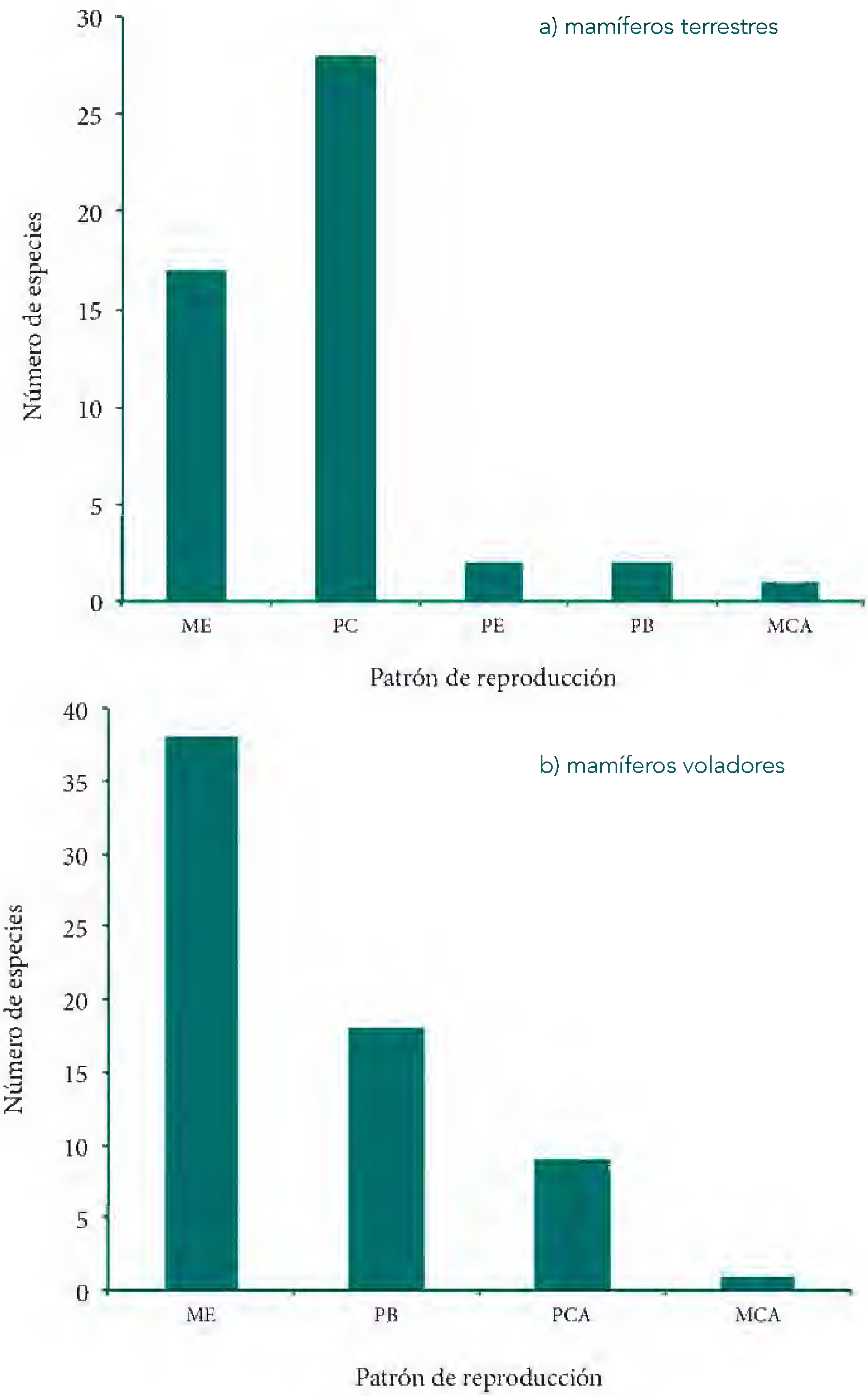



**Figura 4.** Patrón reproductivo de los mamíferos. ME = monoestro estacional, PC = poliestro continuo, PE = poliestro estacional, PB = poliestro bimidal, MCA = monoestro continuo asincrónico, PCA = poliestro continuo asincrónico. Fuente: elaboración propia.

Los mamíferos tienen una distribución casi cosmopolita; en México ocupan diferentes hábitats, desde regiones a nivel del mar hasta las altas montañas. Cubren todos los tipos de vegetación como bosque tropical perennifolio, subcaducifolio y caducifolio; bosque espinoso, de coníferas y encinos, y mesófilo de montaña, pastizal y matorral xerófilo excepto sitios con nieve perenne. La mayor diversidad de formas vive en las regiones tropicales y la riqueza disminuye conforme aumenta la altitud y latitud. Los grupos con mayor distribución son los roedores y los quirópteros.

En Colima el bosque tropical caducifolio es el tipo de vegetación predominante y es ahí donde se encuentra el mayor número de especies, mientras que las poblaciones de carnívoros y especialmente los felinos se encuentran aisladas.

## Importancia

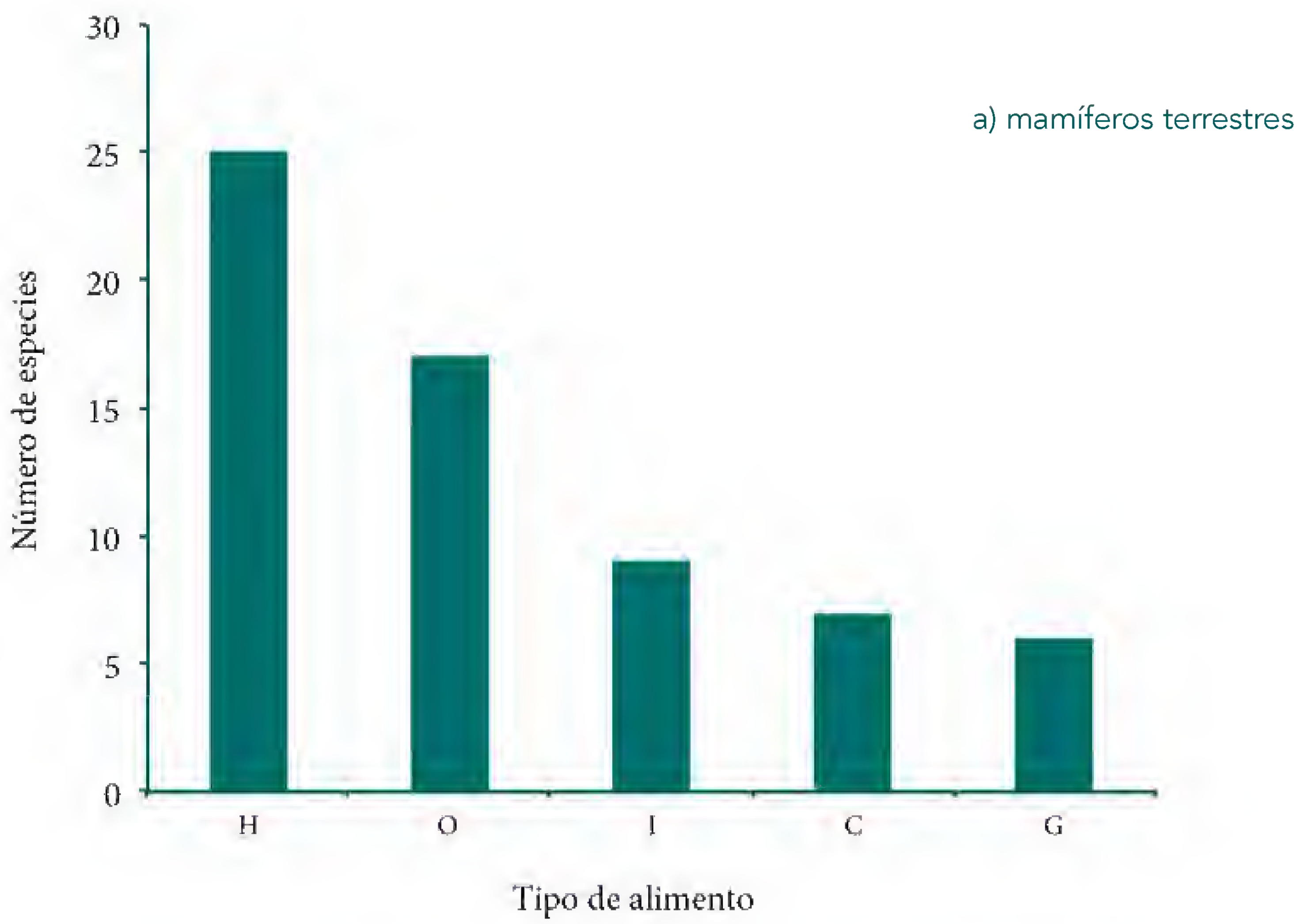
Desde el punto de vista biológico los mamíferos forman parte de las redes tróficas y participan prácticamente en todos sus niveles. Sus hábitos alimenticios son muy variados, aunque la mayoría de las especies presentes en el estado son insectívoras (29 terrestres, 42 voladoras) (figura 5), de manera que cumplen un papel importante en el control de poblaciones de insectos potencialmente perjudiciales.

Su asociación con el ser humano es muy antigua, como lo confirman las representaciones del arte prehispánico de Colima, rico en figuras zoomorfas entre las que sobresalen los tlacuaches, tejones y armadillos; y de manera especial destacan los perritos de Colima, que representan al perro *xoloizcuintli* en diferentes posiciones.

Desde el punto de vista económico cabe mencionar que en las zonas rurales la cacería se practica como deporte y complemento a la dieta de los pobladores, aunque cada vez con menos frecuencia, y ocasionalmente se conservan o venden como mascotas algunos especímenes de armadillos, felinos, coatíes, ardillas y venados.

Por otra parte, los murciélagos de hábitos hematófagos, como *Desmodus rotundus,* también llamados vampiros, son muy abundantes y con una distribución muy amplia. Estos se alimentan exclusivamente de sangre de vertebrados, de forma especial del ganado vacuno, y son los hospederos naturales y transmisores más importantes del virus de la rabia. Como consecuencia, las pérdidas económicas que generan ascienden a varios millones de pesos cada año en nuestro país y el resto de Latinoamérica. Peor aún es la pérdida de vidas humanas que ocurren con cierta frecuencia y que obliga a que las campañas de control del vampiro se intensifiquen. Lamentablemente las campañas no son siempre estrictas y en ocasiones se realizan por personal no especializado que con frecuencia sacrifica a todos los murciélagos que se capturan, sin considerar que algunos de éstos pueden ser benéficos (como los insectívoros) y que difícilmente pueden portar el virus de la rabia y transmitirlo al ser humano. Este problema se incrementa cuando el control indiscriminado se realiza en los refugios donde coexisten con una gran cantidad de especies benéficas (Romero-Almaraz *et al.* 2006).

Los estudios del aspecto ecológico están en proceso de desarrollo y son contados los trabajos que incluyen datos sobre el hábitat, hora de actividad o reproducción de los mamíferos



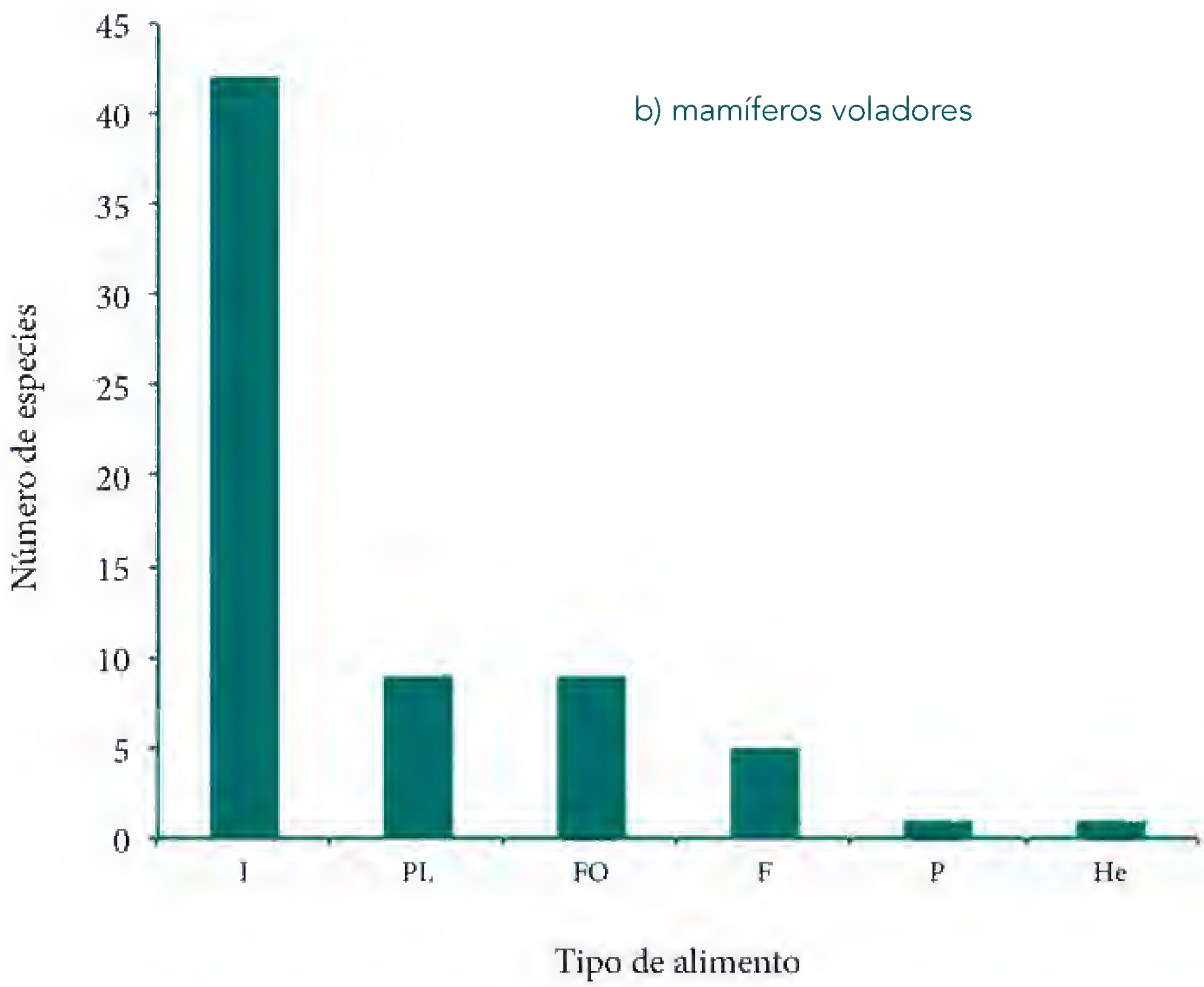




**Figura 5.** Tipos de alimentación de los mamíferos. H = herbívoros, O = omnívoros, I = insectívoros, C = carnívoros, G = granívoros, PL = polinívoros, FO = frugívoro-omnívoros, F = frugívoros, P = piscívoros, He = hematófagos. Fuente: elaboración propia.

(Kennedy *et al.* 1984, Sánchez-Hernández *et al.* 2002). Uno de los aspectos que mejor se ha estudiado en los murciélagos de Colima es el conocimiento de su velocidad de vuelo (Kennedy *et al.* 1977, Hopkins *et al.* 2003, Sánchez-Hernández *et al.* 2006, Akins *et al.* 2007), y se sabe que *Glossophaga soricina* es de las especies más rápidas, con una velocidad de 17.46 y 17.28 km/h, en machos y hembras, respectivamente, mientras que los machos y las hembras de *Natalus stramineus* son de los más lentos, con una velocidad de 10.22 y 8.60 km/h, respectivamente. Otro de los aspectos que se han podido conocer con gran precisión para algunas especies de roedores, como *Peromyscus perfulvus* (figura 6) y *Baiomys musculus*, es la selección del microhábitat y su relación con algunas variables de la vegetación (Schnell *et al.* 2008a, b). De los mamíferos de tamaño grande el mejor estudiado es el *Puma concolor* (figura 7), se sabe que tiene preferencia por el bosque húmedo de pino-encino y se ha estimado una densidad de 0.9 adultos/100 km$^2$ (Burton 2006).



**Figura 6.** El ratón pantanero (*Peromyscus perfulvus*) es un roedor endémico de México, el cual ha sido estudiado en Colima. Foto: Cornelio Sánchez-Hernández.

Por otra parte, y aunque de manera limitada, se han realizado investigaciones de relevancia médica en aspectos epidemiológicos con impacto en el ser humano, tales como: la prevalencia de anticuerpos de rabia en murciélagos no hematófagos (Salas-Rojas *et al.* 2004) y la caracterización genética y filogenia de hantavirus presentes en roedores de Colima (Yong-Kyu *et al.* 2008).



**Figura 7.** El puma (*Puma concolor*) es el segundo mamífero de mayor tamaño que se puede encontrar en Colima, el más grande es el jaguar. Foto: Juan Carlos Faller y Mederic Calleja/Banco de imágenes CONABIO.

## Amenazas y conservación

La NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), incluye bajo alguna categoría de riesgo a 20 especies de mamíferos de Colima, de las cuales nueve son endémicas. De éstas, cinco están en peligro: *Tamandua mexicana* (Pilosa), *Musonycteris harrisoni* (Chiroptera), *Leopardus pardalis, L. wiedii* y *Panthera onca* (orden Carnivora); seis están protegidas, cuatro murciélagos: *Enchisthenes hartii, Cynomops mexicanus, Myotis albescens* y *M. carteri;* y dos roedores: *Heteromys spectabilis* y *Nelsonia goldmani*; mientras que nueve están amenazadas: *Megasorex gigas* (musarañas), *Choeronycteris mexicana, Leptonycteris nivalis, L. yerbabuenae,* (murciélagos), *Puma yagouaroundi, Lontra longicaudis, Spilogale pygmaea* (carnívoros), *Cratogeomys fumosus* y *Xenomys nelsoni* (roedores). Cabe citar que no existen registros del jaguar desde la década de 1960 (Leopold 1965), y posiblemente sólo podrían encontrarse algunos individuos en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán.

En el estado se encuentran las siguientes áreas naturales protegidas (ANP): Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, Área de Protección de Flora y Fauna El Jabalí, Área de Protección de Recursos Naturales Las Huertas y estero Valle de las Garzas; mientras que la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán y el Parque Nacional Nevado de Colima, incluyen dentro de sus límites una parte muy limitada del territorio de Colima. Debido a que estas áreas son insuficientes para la conservación de los mamíferos en el estado, sobre todo en cuanto a endemismos se refiere, es necesario establecer nuevas ANP, así como determinar estrategias que garanticen la permanencia de las zonas mejor conservadas y la recuperación de las zonas más alteradas con flora y fauna nativas.

Son varias las causas que amenazan la conservación de los mamíferos de Colima y la fragmentación es uno de los problemas más serios. En la actualidad, todos los tipos de vegetación se encuentran alterados por las actividades agrícolas y existen áreas muy grandes de matorral espinoso, bosque caducifolio y bosque deciduo, que son cortados y quemados cada año para formar nuevos campos de cultivo o milpas. La agricultura permanente está asociada generalmente con el ganado y el sobrepastoreo, y el establecimiento de potreros ha generado el aumento de poblaciones de animales que se comportan como plaga, tales como el vampiro común y roedores como *Sigmodon mascotensis*, *Oryzomys couesi* y *Baiomys musculus*.

Como consecuencia, las poblaciones de un gran número de especies de mamíferos, y especialmente aquellos de hábitos muy específicos como los roedores arborícolas (*Nyctomys sumichrasti*, *Peromyscus perfulvus*, *Xenomys nelsoni*), especies de murciélagos endémicos (*Musonycteris harrisoni*, *Corynorhinus mexicanus* y varias especies de *Myotis*), y mamíferos de tamaño mediano o grande (todos los carnívoros y artiodáctilos) se han ido reduciendo y van quedando aisladas, lo que los pone en peligro de extinción. Otra amenaza para los mamíferos de esta entidad es la continua actividad del volcán de Colima, que en los últimos años ha favorecido incendios y una reducción muy marcada del bosque, debido a que una gran extensión de las laderas han sido cubiertas por cenizas, esto sin duda afecta las poblaciones de flora y fauna. Por otra parte, la ausencia de la cubierta vegetal del



**Figura 8.** El coatí norteño (*Nasua narica molaris*) es uno de los mamíferos omnívoros que habitan Colima. Foto: María de Lourdes Romero-Almaraz.

volcán traerá como consecuencia inmediata la pérdida de agua superficial y subterránea.

## Conclusiones

Debido a que en general no se conocen datos sobre la historia natural y reproducción de los mamíferos de Colima, es necesario intensificar los estudios al respecto y así poder establecer estrategias de conservación. Otras acciones que recomendamos son: *a)* incrementar el número y superficie de las zonas protegidas y establecer corredores que permitan que las poblaciones no queden aisladas, *b)* realizar campañas intensivas de reforestación a fin de mejorar las condiciones del hábitat en el que viven las poblaciones de mamíferos y, *c)* establecer normas para el manejo de los recursos que resulten sustentables y a favor de su conservación.

Lo anterior no tendrá ningún sentido si no se sensibiliza a la población, de todos los niveles y edades, sobre la importancia de los recursos naturales y particularmente de los mamíferos, en todos los aspectos de nuestra vida.

## Referencias

Akins, J.B., M.L. Kennedy, G.D. Schnell, *et al.* 2007. Flight speeds of three species of neotropical bats: *Glossophaga soricina, Natalus stramineus* and *Carollia subrufa*. *Acta Chiropterologica* 9:477-482.

Burton, A.M. 2006. Puma abundance on the Colima volcanic complex, western Mexico. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:92-99.

Burton, A.M. y G. Ceballos. 2006. Northern-most record of the collared anteater *(Tamandua mexicana)* from the pacific slope of Mexico. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:67-70.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México.* Fondo de Cultura Económica/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.

Cervantes, F.A., A. Montiel y A. García. 2008. Shrews (Mammalia, Soricomorpha) from Colima, México. *The Southwestern Naturalist* 53:101-104.

Fa, J.E. y L.M. Morales. 1993. Patterns of mammalian diversity in Mexico. En: *Biological diversity of México: origins and distribution.* T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Oxford University Press, New York, pp. 319-361.

González-Ruiz, N., J. Ramírez-Pulido y S.T. Álvarez-Castañeda. 2004. New records of rodents from Colima, México. *The Southwestern Naturalist* 49:519-521.

Hopkins, H.L., C. Sánchez-Hernández, M.L. Romero-Almaraz, *et al.* 2003. Flight speeds of four species of neotropical bats. *The Southwestern Naturalist* 48:711-714.

Kennedy, M.L., T.L. Best y M.J. Harvey. 1984. Bats of Colima, Mexico. *Mammalia* 48:397-408.

Kennedy, M.L., P.K. Price y O.S. Fuller. 1977. Flight speeds of five species of Neotropical bats. *The Southwestern Naturalist* 22:401-406.

Leopold, A. S. 1965. *Fauna silvestre de México: aves y mamíferos de caza.* Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F.

Núñez, G.A. 2005. Mamíferos. En: *La biodiversidad en Michoacán: estudio de estado.* L.E. Villaseñor G. (ed.). CONABIO/Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA)/Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMICH). Morelia, México, pp. 104-105.

Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruiz, AL. Gardner y J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of recent land mammals of Mexico. *Special Publications, The Museum, Texas Tech. University* 63:1-69.

Ramírez-Pulido, J. y C. Müdespacher. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. *Ciencia* 38:49-67.

Romero-Almaraz, M.L., Á. Aguilar-Setién y C. Sánchez-Hernández. 2006. *Murciélagos benéficos y vampiros: sus características, importancia, rabia, control y conservación.* AGT Editor, S.A. México, D.F.

Salas-Rojas, M., C. Sánchez-Hernández, M.L. Romero-Almaraz, *et al.* 2004. Prevalence of rabies and *lpm* antibody in non-hematophagous bats captured in the central pacific coast of México. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 98:577-584.

Sánchez-Hernández, C., M.L. Romero-Almaraz, M.C. Wooten, *et al.* 2006. Speed in flight of common vampire bats (*Desmodus rotundus*). *The Southwestern Naturalist* 51:422-425.

Sánchez-Hernández, C., M.L. Romero-Almaraz, G.D. Schnell, *et al.* 2002. Bats of Colima, Mexico: new records, geographic distribution, and reproductive condition. *Occasional Papers, Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History* 12:1-23.

Schnell, G.D., M.L. Kennedy, C. Sánchez-Hernández, *et al.* 2008a. Habitat preference of the endemic tawny deermouse (*Peromyscus perfulvus*), a species of conservation concern. *The Southwestern Naturalist* 53:9-20.

Schnell, G.D., C.J. Poindexter, C. Sánchez-Hernández, *et al.* 2008b. Demographic features and habitat preferences of southern pygmy mice (*Baiomys musculus*) in Colima, México. *Canadian Journal of Zoology* 86:507-524.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Trouessart, E.L. 1885. Catalogue des Mammiféres vivants et fossiles. Fasc. IV. Carnivores (Carnivora). *Bulletin de la Société d'Études scientifiques d'Angers, Supplément a l'année* 1884, 14:108.

Villa-Ramírez, B. 1966. *Los murciélagos de México: su importancia en la economía y la salubridad. Su clasificación sistemática.* Instituto de Biología (IBUNAM), México, D.F.

Wilson, D.E. y D.M. Reeder (eds.). 2005. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference.* 3a ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

Yong-Kyu, C., R.D. Owen, C. Sánchez-Hernández, *et al.* 2008. Genetic characterization and phylogeny of a novel hantavirus from Western Mexico. *Virus Research* 131:180-188.

ESTUDIO DE CASO

# RIESGO DE EXTINCIÓN DE LOS PUMAS POR UNA POTENCIAL EXPLOSIÓN DEL VOLCÁN DE COLIMA

Andrew M. Burton

Los volcanes son conocidos por los efectos destructivos que provocan durante sus periodos activos (Kirianov 2009), sin embargo, son particularmente importantes en la generación de biodiversidad regional y endemismos, esto se debe a que tanto los volcanes como los arcos volcánicos (conjunto de volcanes) constituyen barreras que impiden el contacto entre las distintas poblaciones de la misma especie y generan cambios abruptos del paisaje que modifican la disponibilidad de recursos (Whittaker y Fernández-Palacios 2007). Este fenómeno se presenta en la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) (Heil *et al.* 2003), en cuyo extremo oeste se encuentra el complejo volcánico de Colima.



**Figura 1.** Macho de *Puma concolor* registrado en la localidad del Floripondio, en el Parque Nacional Volcán Nevado de Colima. Foto: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Gobierno del Estado de Jalisco/Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

Ese complejo volcánico es un refugio importante para los vertebrados de la región, especialmente de grandes mamíferos como el puma (*Puma concolor*). Aun cuando el puma está enlistado bajo la categoría (LC) o "preocupación menor", por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Caso *et al.* 2008, UICN 2009), su hábitat se ha visto reducido de manera significativa y han sido perseguidos y cazados tanto por cazadores furtivos como por ganaderos (Caso *et al.* 2008).

En este estudio se presenta un análisis para determinar el riesgo de extinción de los pumas que habitan el complejo volcánico de Colima, en el oeste de México. Este análisis se realizó mediante la aplicación del programa de cómputo PUMA (Beier 1993a), el cual estima el riesgo de extinción tomando en cuenta la demografía actual y la variabilidad ambiental (figura 1).

Con este modelo de simulación es posible crear catástrofes (en este caso una erupción explosiva

Burton, A.M. 2016. Riesgo de extinción de los pumas por una potencial explosión del Volcán de Colima. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 478-481.

mayor del volcán de Colima), que pudieran causar un colapso de las poblaciones de venado y jabalí, las principales fuentes de alimentación del puma. El usuario puede especificar la severidad de dichas catástrofes, indicando el porcentaje en que se reduciría la capacidad de carga para los pumas hembras adultos (el programa no considera a los machos debido a que tienen una densidad muy baja en relación con los recursos alimenticios), el intervalo de tiempo entre una catástrofe y otra (de 10 a 99 años) y la duración de la catástrofe (de 1 a 10 años).

Con base en investigaciones actuales de los depósitos de la erupción pliniana (caracterizadas por la expulsión de magma) del volcán de Colima en 1913 (Saucedo-Girón 1997), simulaciones por computadora del descenso de materiales por los flancos del volcán (flujos piroclásticos) (Sheridan y Macías 1995, Gavilanes Ruiz 2004, Saucedo *et al.* 2005) y los trabajos publicados sobre riesgos volcánicos (Martin del Pozzo *et al.* 1995), se predice que una explosión mayor del volcán de Colima podría reducir la capacidad de carga de las hembras adultas de puma hasta en un 30% y la cual pudiera llegar hasta 50%.

Se corrieron 100 simulaciones del modelo (los resultados varían en cada una debido a la variación aleatoria del modelo) (Beier 1993b), con base en datos históricos de la frecuencia de erupciones explosivas mayores (aproximadamente cada 99 años) (De la Cruz-Reyna 1993, Martín del Pozzo *et al.* 1995, Bretón-González *et al.* 2002) y una duración de los efectos de la erupción de 10 años (tomando como base la erupción del monte Santa Helena en mayo 1980) (Franklin *et al.* 1985, Adams *et al.* 1987, Hemstrom y Emmingham 1987). También se consideró el número de pumas inmigrantes cada 10 años, ya que es probable que pumas provenientes de la cercana Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán se dispersen hacia los volcanes. Debido a que los machos se dispersan mejor que las hembras se utilizó un valor de inmigración de uno a dos machos en este periodo. Se consideró este valor tan bajo debido a los impactos negativos de las actividades humanas en la región agrícola entre las dos localidades, sin embargo, esta tasa de inmigración permite retrasar la extinción.

La simulación de una erupción explosiva mayor del volcán de Colima, considerando los valores de las condiciones ambientales y poblacionales conocidas actualmente para los pumas, dos machos y dos hembras con 375 $km^2$ de hábitat adecuado (Burton 2006) (figuras 2 y 3) y sin inmigración de la sierra de Manantlán, dio como resultado extinciones en cada una de las 100 simulaciones, con un tiempo mínimo de extinción de 11 años.



**Figura 2.** Registro de puma, obtenido el 19 de mayo de 2009. Foto: Parque Nacional Volcán Nevado de Colima, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Gobierno del Estado de Jalisco/Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.



**Figura 3.** Registro de puma obtenido el 8 de diciembre de 2011. Foto: Parque Nacional Volcán Nevado de Colima, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Gobierno del Estado de Jalisco/ Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara.

Considerando un solo macho migrante de la sierra de Manantlán, la ocurrencia de extinciones bajó a 96 de cada 100 simulaciones y se estimaron a los 25 años; mientras que la inmigración de una hembra y dos machos redujo a 69 el número de extinciones en 100 simulaciones. Esto quiere decir que la persistencia de la especie, a largo plazo, en el complejo volcánico de Colima, sólo será posible con la migración de al menos dos machos y una hembra cada 10 años. Al eliminar en el programa el efecto de una erupción explosiva sobre la capacidad de carga, la supervivencia de los pumas en los volcanes de Colima no se incrementó.

## Conclusiones

El programa de simulación indica la frágil persistencia de los pumas en los volcanes y la importancia de mantener corredores biológicos silvestres (Whitakker y Fernández-Palacios 2007), entre los volcanes de Colima y la cercana Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Esto se debe a que la inmigración de nuevos machos (y hembras) es crucial para prevenir la extinción local de los pumas que habitan en el complejo volcánico de Colima. Debido a que el número de pumas que habitan dicho complejo es muy pequeño, deberán ser considerados como individuos y no como una población o subpoblación, ya que el número de individuos no es suficiente para mantener una población viable. Por ello la permanencia de la especie en la localidad depende completamente de la inmigración de nuevos organismos de las poblaciones adyacentes y esto sólo será posible si existen áreas naturales protegidas, conocidos como corredores biológicos, que conectan estas dos.

## Referencias

Adams, A.B., E.P. Smith y A.R. Kruckeberg. 1987. Plant survival, growth form and regeneration following the 18 may 1980 eruption of mount St. Helens, Washington. *Northwest Science* 61:160-170.

Beier, P. 1993a. A population simulator for cougar conservation. *Wildlife Society Bulletin* 21:356-357.

———. 1993b. Determining minimum habitat areas and habitat corridors for Cougars. *Conservation Biology* 7:94-108.

Bretón-González, M., J.J. Ramírez y C. Navarro. 2002. Summary of the historical eruptive activity of volcán de Colima, México: 1519-2000. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 117:21-46.

Burton, A.M. 2006. Puma abundance on the Colima volcanic complex, western México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10:92-99.

Caso, A., C. López-González, E. Payan, *et al.* 2008. *Puma concolor*. *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) Red List of Threatened Species. Versión 2012.2.

De la Cruz-Reyna, S. 1993. Random patterns of occurrence of explosive eruptions at Colima Volcano, Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 55:51-68.

Franklin, J.F., J.A. Macmahon, F.J. Swanson, *et al.* 1985. *Ecosystem responses to the eruption of Mount St. Helens*. Spring. National Geographic Research.

Gavilanes Ruiz, J.C. 2004. *Simulación de escenarios eruptivos del volcán de Colima y aportaciones al plan de contingencia del estado de Colima*. Tesis de maestría. Programa de Posgrado en Geografía, UNAM, México.

Heil, G.W., R. Bobbink y N. Trigo Boix. 2003. *Ecology and man in Mexico's central volcanoes area*. Kluwer Academic Publishers. Países Bajos.

Hemstrom, M.A. y W.H. Emmingham. 1987. Vegetation changes induced by mount St. Helens eruptions on previously established forest plots. En: *Mount St. Helens 1980: botanical consequences of the explosive eruptions*. D.E. Bilderback (ed.). University of California Press, Berkeley, California, pp. 188-209.

Kirianov V. Yu. 2009. Environmental Impacts of Volcanic Eruptions. Vol I. Encylopedia-of-Life-Support-Systems (EOLSS)/Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Martín del Pozzo, A.L., M.F Sheridan, D. Barrera, *et al.* 1995. Potencial hazard from Colima volcano, Mexico. *Geofísica Internacional* 34:363-376.

Saucedo, R., J.L. Macías, M.F. Sheridan, *et al.* 2005. Modeling of pyroclastic flows of Colima Volcano, Mexico: Implications for hazard assessment. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 139:103-115.

Saucedo-Girón, R. 1997. *Reconstrucción de la última erupción explosiva del volcán de Colima en 1913.* Tesis de maestría. Instituto de Geofísica, UNAM, México.

Sheridan, M.F. y J.L. Macías. 1995. Estimation of risk probability for gravity-driven pyroclastic flows at Volcan de Colima, Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 66:251-256.

UICN. *International Union for Conservation of Nature*. 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2, as evaluated by BirdLife International - the official Red List Authority for birds for IUCN.

Whitakker, R. y J.M. Fernández-Palacios. 2007. *Island Biogeography*. Ecology, Evolution, and Conservation. Oxford University Press.

# Mapaches
## *(Procyon)*

Michael L. Kennedy

Los mapaches son mamíferos de talla mediana, cuerpo rechoncho, patas cortas, cabeza ancha, nariz afilada y cola esponjada, su longitud es la mitad del tamaño de la cabeza y el cuerpo juntos. Estos mamíferos pertenecen al género *Procyon* y a la familia Procyonidae. En Colima están representados por la especie *Procyon lotor.* Esta especie se distingue por tener un antifaz negro muy marcado sobre los ojos y de cuatro a siete anillos negros en la cola que terminan en la punta (Lotze y Anderson 1979, Kaufmann 1982). El pelo del dorso tiene una apariencia entrecana que varía de grisáceo a negruzco, los lados son más pálidos y las partes ventrales son gris claro a gris amarillento (figura 1). El tamaño depende del área geográfica que se considere, pero en general los machos son más grandes que las hembras (Ritke y Kennedy 1988).

*Procyon lotor* está ampliamente distribuido en diversos tipos de hábitats. Se conoce desde el sur de Canadá, a través de Estados Unidos (excepto en regiones de las montañas rocosas), México y Centroamérica (Hall 1981, Wilson y Reeder 2005). Si bien los lugares con cuerpos de agua permanentes, en tierras bajas (lagos, ríos, pantanos, lagunas y estuarios), pueden albergar un gran número de mapaches (Kaufmann 1982, Leberg y Kennedy 1988, Kissell y Kennedy 1992), también se presentan en áreas de agricultura y ambientes urbanos.

Los mapaches se consideran omnívoros oportunistas que consumen una gran variedad de alimentos según la temporada y localidad (Johnson


Kennedy, M.L. 2016. Mapaches *(Procyon)*. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 482-484.

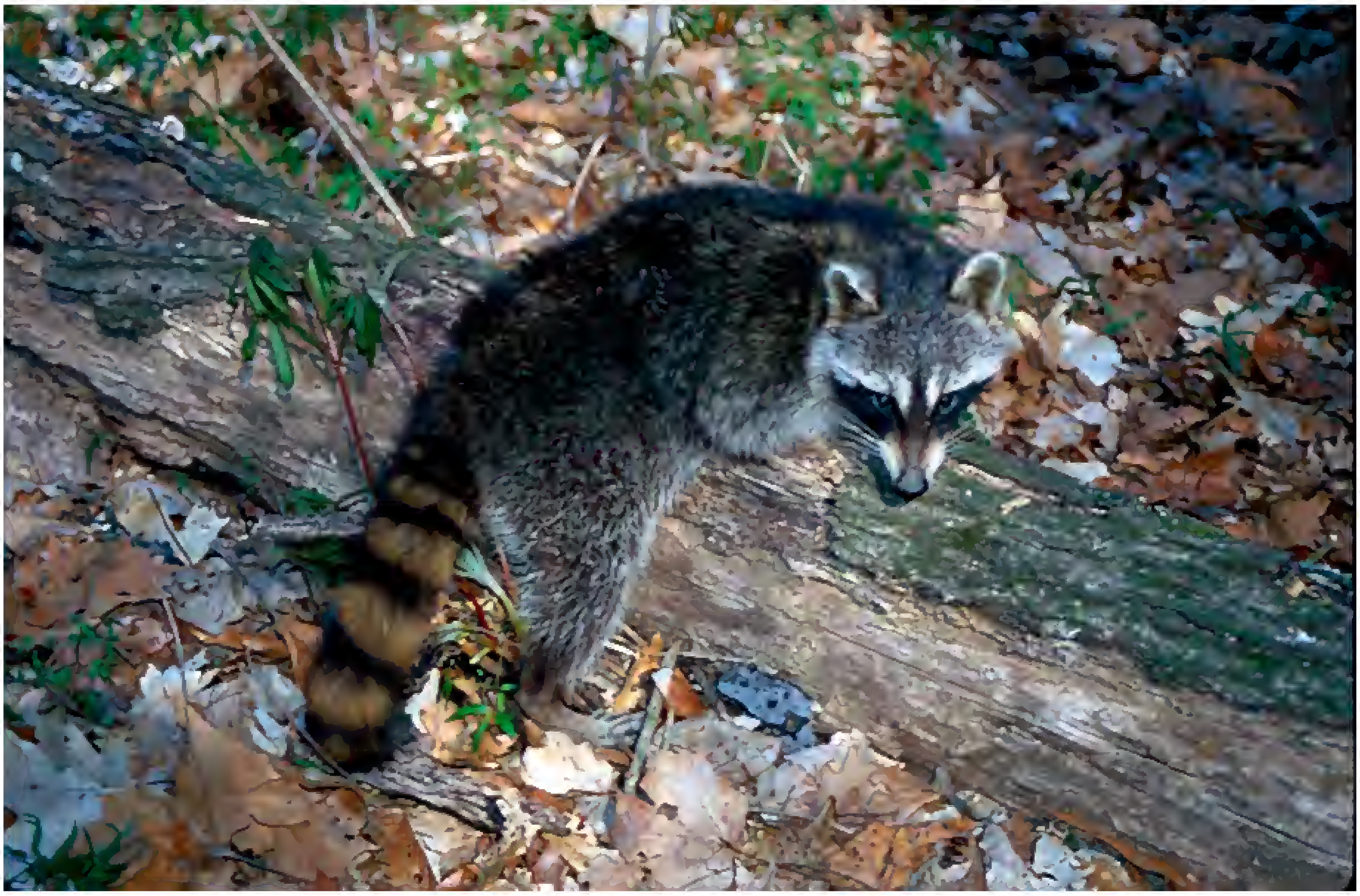


**Figura 1.** Mapache (*Procyon lotor*), única especia distribuida en el estado. Foto: Michael L. Kennedy.

1970, Kaufmann 1982). Entre los principales alimentos de origen vegetal que consumen están las semillas, frutos y brotes, mientras que de origen animal pueden llegar a consumir artrópodos, gusanos de tierra, peces, aves, ratones y huevos de aves o tortugas (Johnson 1970). En ambientes urbanos los mapaches llegan a alimentarse de basura, alimento para mascotas y otros asociados al ambiente humano, por lo que a menudo se consideran fauna nociva.

Es una especie primodialmente nocturna, pero en ocasiones es activa durante el día. Existe una clara variación en el área de desplazamiento de los individuos (ámbitos hogareños), de alrededor de 5 a 5 000 ha (Kaufmann 1982) y presentan movimientos a grandes distancias (alrededor de 265 km, de acuerdo con Lynch 1967). Sus madrigueras más comunes son huecos en los árboles, aunque pueden utilizar oquedades en la tierra, grietas entre rocas, cuevas, desagües, edificios y conjuntos de arbustos (Kaufmann 1982). La temporada de crianza comprende los meses de enero a agosto, pero su máxima actividad es en febrero y marzo, aunque las cópulas pueden extenderse en tiempo en latitudes más sureñas (Gehrt 2003). El periodo de gestación es de alrededor de 63 días (Kaufmann 1982, Sanderson 1987). Las crías nacen en abril o mayo y el tamaño de camada puede variar de una a ocho crías, aunque se ha reportado que el promedio es de dos a cinco (Asdell 1964). Las hembras pueden copular con varios machos durante la temporada de reproducción (Nielsen y Nielsen 2007). La unidad social más común entre las poblaciones de mapaches son unidades familiares de hembras y sus crías (Gehrt 2003).

Su inteligencia, vivacidad y curiosidad han favorecido el éxito de la especie a lo largo de su distribución. Los mapaches son una de las especies más reconocidas por su importancia ecológica y económica para los humanos. Debido a su amplia distribución y tolerancia a la fragmentación del hábitat no requiere medidas para su conservación.

## Referencias


Asdell, S.A. 1964. *Patterns of mammalian reproduction*. Cornell University Press. Nueva York.

Gehrt, S.D. 2003. Raccoons (*Procyon lotor* and allies). En: *Wild mammals of north America: biology, management, and conservation*. G.A. Feldhamer, B.C. Thompson y J.A. Chapman (eds.). The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 611-634.

Hall, E.R. 1981. *The mammals of north America*. John Wiley and Sons. Nueva York.

Johnson, A.S. 1970. Biology of the raccoon (*Procyon lotor varius* Nelson and Goldman) in Alabama. *Auburn University Agricultural Experiment Station Bulletin* 402:1-148.

Kaufmann, J.H. 1982. Raccoons and allies. En: *Wild mammals of north America: biology, management, and economics*. J.A. Chapman y G.A. Feldhamer (eds.). The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 567-585.

Kissell, R.F.Jr. y M.L. Kennedy. 1992. Ecologic relationships of co-occurring populations of opossums (*Didelphis virginiana*) and raccoons (*Procyon lotor*) in Tennessee. *Journal of Mammalogy* 73: 808-813.

Leberg, P.L. y M.L. Kennedy. 1988. Demographic and habitat relationships of raccoons in western Tennessee. *Proceedings of the Southeastern Association of Game and Fish Commission* 42:272-282.

Lotze, J.H. y S. Anderson. 1979. *Procyon lotor*. *Mammalian Species* 119:1-8.

Lynch, G.M. 1967. Long-range movement of a raccoon in Manitoba. *Journal of Mammalogy* 48:659-660.

Nielsen, C.L.R. y C.K. Nielsen. 2007. Multiple paternity and relatedness in southern Illinois raccoons (*Procyon lotor*). *Journal of Mammalogy* 88:441-447.

Ritke, M.E. y M.L. Kennedy. 1988. Intraspecific morphologic variation in the raccoon (*Procyon lotor*) and its relationship to selected environmental variables. *Southwestern Naturalist* 33:295-314.

Sanderson, G.C. 1987. Raccoon. En: *Wildlife furbearer management and conservation in North America*. M. Novak, J.A. Baker, M.E. Obbard y B. Malloch (eds.). Ontario Trappers Association, Ontario Ministry of Natural Resources, North Bay Canada.

Wilson, D.E. y D.M. Reeder. 2005. *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. 3a ed. Johns Hopkins University Press. Baltimore.

# Ratones
## *(Peromyscus)*

Gary D. Schnell

## Descripción

El género *Peromyscus* es bien conocido porque ha servido como modelo de gran cantidad de estudios científicos (Musser y Carleton 2005). Incluye 56 especies de ratones que se distribuyen en norte y centroamérica (Musser y Carleton 2005). Algunas especies se encuentran prácticamente en todos los hábitats, desde zonas rocosas alpinas de las montañas del norte hasta bosques tropicales de tierras bajas (Kirkland y Layne 1989).

México tiene la mayor diversidad de especies de *Peromyscus*, con 48 especies (Ceballos y Oliva 2005), y cuatro de éstas –*Peromyscus hylocetes, P. maniculatus, P. perfulvus* y *P. spicilegus*– se distribuyen en Colima:

*Peromyscus hylocetes* hasta hace poco tiempo era considerado coespecífico de *P. aztecus*. Este roedor se distribuye desde el centro y sur-oeste de Jalisco, hasta el este del Distrito Federal y norte de Morelos (Musser y Carleton 2005), a elevaciones medias a altas, generalmente mayores a 2 300 msnm (Vázquez *et al.* 2000). Se alimenta de frutos, semillas y hojas (Ceballos y Oliva 2005). En Colima se localiza generalmente en la parte norte del estado, aunque se ha encontrado en algunas localidades hacia el sur y cerca de la costa del Pacífico. La coloración del dorso es ocre pálido mezclado con pelos negros. Los costados son marrón-rojizo y la parte ventral es blanca o color crema; tiene un anillo negro alrededor de los ojos (figura 1).

Schnell, G.D. 2016. Ratones *(Peromyscus)*. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 485-488.

En el suroeste de Jalisco y el noreste de Colima su reproducción es mayor en la temporada de lluvias (septiembre). La densidad de individuos más baja se registra en la estación seca (junio) y la más alta presenta dos picos, uno al final de la temporada de lluvias (octubre) y otro al inicio de la estación fría (enero-febrero) (Vázquez *et al.* 2000).

*Peromyscus maniculatus* tiene la distribución más amplia, que abarca desde Alaska y el norte de Canadá hasta el sur de Baja California y centro-norte de Oaxaca (Musser y Carleton 2005). El dorso de *P. maniculatus* varía de gris a marrón-rojizo, con el vientre y las patas blancas (figura 2). Se reproducen todo el año y tienen un pico reproductivo en los meses de junio a agosto. En México ocupa gran variedad de hábitats que incluyen: bosque mixto, bosque de pino, pastizales, matorral xerófito, desiertos y las cercanías de cultivos (Ceballos y Oliva 2005). En Colima, *P. maniculatus* ha sido encontrado únicamente en el norte del estado.

*Peromyscus perfulvus* tiene el cuerpo de color canela con pelos más oscuros en el dorso, la cabeza es gris, el vientre color crema y las patas blancas. Es una especie endémica de México cuya distribución ocupa un área muy pequeña que incluye la costa y tierras bajas de Jalisco, Colima, Michoacán, el norte de Guerrero y el extremo suroeste del Estado de México. Su reproducción se lleva a cabo todo el año (Sánchez-Hernández *et al.* 2009) y el promedio de tamaño de la camada en condiciones de laboratorio es de 2.6 crías (Helm *et al.* 1974). *Peromyscus*



**Figura 1.** Ratón norteamericano (*Peromyscus maniculatus*). Foto: Aldo Antonio Guevara Carrizales/Banco de imágenes conabio.

*perfulvus* es de hábitos principalmente arborícolas (Schnell *et al.* 2008a, b), por lo que su distribución se restringe a bosques tropicales caducifolios con un estrato superior denso de poca hojarasca y un estrato inferior escaso (Schnell *et al.* 2008*a, b*).

*Peromyscus spicilegus* es un roedor de talla mediana para el género (Roberts *et al.* 1998), el pelo del dorso es café-amarillento mezclado con pelos oscuros, de apariencia leonada y el vientre es blanco. Se conoce poco sobre la ecología y conducta de esta especie; sin embargo, se sabe que se distribuye en elevaciones bajas a medias (1 980 msnm), desde el sureste de Sonora y el extremo suroeste de Chihuahua hasta el noreste de Colima y el centro-oeste de Michoacán (Musser y Carleton 2005). Esta especie es interesante porque puede distribuirse tanto en tierras bajas tropicales húmedas como en regiones montañosas, mientras que especies emparentadas no suelen distribuirse en ambas zonas. Puede encontrarse particularmente en bosque de pino-encino (*Pinus-Quercus*) y en los bordes de campos de cultivo. En Colima *P. spicilegus* tiene una distribución similar a *P. maniculatus* y se encuentra únicamente al norte del estado.

## Amenazas y conservación

Debido a su amplia distribución, grandes tamaños poblacionales (en general) y tolerancia a la fragmentación del hábitat; *Peromyscus hylocetes, P. maniculatus* y *P. spicilegus* no requieren estrategias especiales de conservación. Sin embargo,



**Figura 2**. Ratón transvolcánico *(Peromyscus hylocetes)*. Foto: Cornelio Sánchez Hernández.

*Peromyscus perfulvus* debería considerarse en riesgo debido a su restringida distribución geográfica, sus preferencias de microhábitat y a la pérdida (fragmentación y degradación) de su hábitat. Esto es más relevante si se considera que se han reportado densidades poblacionales bajas, probablemente relacionadas con una proporción de sexos sesgada hacia los machos, lo que reduce las probabilidades de encuentros reproductivos para la especie (Schnell *et al.* 2008*a*). Es necesario realizar estudios de ratones del género *Peromyscus* para conocer y conservar estos peculiares roedores.

## Referencias


Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Fondo de Cultura Económica (FCE)/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

Helm III, J., C. Sánchez H. y R.H. Baker. 1974. Observaciones sobre los ratones de las marismas, *Peromyscus perfulvus* Osgood (Rodentia: Cricetidae). *Anales del Instituto de Biología UNAM, Serie Zoología* 45:141-146.

Kirkland, G.L.Jr. y J.N. Layne. 1989. Advances in the study of *Peromyscus* (Rodentia). Texas Tech University Press. Lubbock.

Musser, G.G. y M.D. Carleton. 2005. Superfamily Muroidea. En: *Mammal species of the world, a taxonomic and geographic reference*. 3a ed. D.E. Wilson y D.M. Reeder (eds.). The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 894-1531.

Roberts, H.R., D.J. Schmidly y R.D. Bradley. 1998. *Peromyscus spicilegus. Mammalian Species* 596:1-4.

Sánchez-Hernández, C., S.B. González-Pérez, G.D. Schnell, *et al.* 2009. Mamíferos del ejido Ranchitos, Colima, México. *Southwestern Naturalist* 54(4):409-420.

Schnell, G.D., M.L. Kennedy, C. Sánchez-Hernández, *et al.* 2008*a*. Habitat preference of the endemic tawny deermouse (*Peromyscus perfulvus*), a species of conservation concern. *The Southwestern Naturalist* 53:9-20.

Schnell, G.D., C.J. Poindexter, C. Sánchez-Hernández, *et al.* 2008*b*. Demographic features and habitat preferences of southern pygmy mice (*Baiomys musculus*) in Colima, México. *Canadian Journal of Zoology* 86:507-524.

Vázquez, L.B., R.A. Medellín y G.N. Cameron. 2000. Population and community ecology of small rodents in montane forest of western México. *Journal of Mammalogy* 81:77-85.

ESTUDIO DE CASO

# UN PEQUEÑO GRAN PROBLEMA: RATONES CASEROS EN ISLA SOCORRO

Diana López-Higareda | César Antonio Ríos-Muñoz
Livia Socorro León-Paniagua

## Descripción

La isla Socorro pertenece al archipiélago de Revillagigedo en el estado de Colima; está localizada a 716 km al oeste de la costa del estado, en el océano Pacífico y tiene una extensión aproximada de 150 $km^2$ (Adem 1960). La vegetación de la isla se compone de asociaciones halófitas en el nivel del mar y de bosques dominados por arbustos y árboles tropicales a lo largo de un gradiente altitudinal que llega hasta los 1 040 m (Arnaud 1993, Flores-Palacios *et al.* 2009).

Debido al aislamiento en que se encuentra se trata de un ambiente especialmente susceptible al impacto de especies invasoras (Álvarez *et al.* 1994, Arnaud *et al.* 1994), asociadas principalmente a la presencia de seres humanos (Jehl y Parkes 1982), aunque en la actualidad el único asentamiento humano en isla Socorro es el sector naval, establecido desde 1957 y ubicado en el extremo sur de la isla (Adem 1960, Jehl y Parkes 1982).

En marzo de 2007 se realizó una colecta en localidades del centro y norte de la isla Socorro: camino al volcán Evermann, Las Mandarinas, Playa Norte y en el extremo sur, en el sector naval; utilizando trampas Sherman (con un método de colecta descrito en López-Higareda *et al.* 2014). Todos los especímenes colectados fueron depositados en la colección mastozoológica del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM (números de catálogo MZFC 9799-9813).

Se colectaron un total de cinco machos y 10 hembras de ratón casero *(Mus musculus)* (figura 1), entre las que se incluían cinco hembras adultas que se encontraban lactando. La localidad con mayor número de individuos fue Las Mandarinas (11 especímenes, incluidas todas las hembras en lactancia y un juvenil), seguido de Playa Norte (tres individuos) y camino al volcán Evermann (un individuo). Dos individuos más fueron colectados en el sector naval, pero no se preservaron como ejemplares de colección científica.

## El ratón casero: un pequeño gran problema

La información sobre poblaciones de ratón casero en islas es poca, además de que la información sobre su ámbito hogareño y capacidad de desplazamiento, en estos ambientes, permanece desconocida (Wanless *et al.* 2007). Se desconoce también cuándo fue introducida esta especie en la isla Socorro. El primer reporte lo

López-Higareda, D., C.A. Ríos-Muñoz y L.S. León-Paniagua. 2016. Un pequeño gran problema: ratones caseros en Isla Socorro. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 489-492.

realizó Brattstrom en 1978 en la caleta de Grayson; sin embargo, en 1981 no se encontró evidencia de la presencia de la especie en la misma localidad (Brattstrom 1990). Posteriormente, para el periodo entre 1988-1990, Arnaud *et al.* (1994) reportaron una elevada abundancia en las inmediaciones del sector naval.

Se sabe que los movimientos diarios de los ratones asociados a seres humanos, generalmente no rebasan los 10 $m^2$ (Bronson 1979), aunque, en individuos silvestres se han reportado desplazamientos de hasta dos km (Nowak 1999). López Higareda *et al.* (2014) reportan localidades, en la isla Socorro, en las que se desconocía la presencia de este roedor, la más alejada se encuentra ubicada en la zona norte, a 15.5 km del sector naval, donde previamente había sido reportado (Arnaud *et al.* 1994) y a siete km del registro de Bratsttrom (1990).

Es por lo anterior que se considera existe la posibilidad de que los ratones hayan alcanzado estas localidades al norte de la isla Socorro, por su capacidad de dispersión, ya que los registros más antiguos son de al menos hace 35 años (Brattsrom 1990). Pese a ello, debido a la densa vegetación no se tienen muestreos que permitan estimar la presencia de roedores en localidades intermedias; además, la gran abundancia de cangrejos (*Gercarcinus planatus*) en el norte de la isla podría dificultar la presencia de los ratones, ya que se ha reportado que éstos presentan hábitos carnívoros (Ortega-Rubio *et al.* 1997).



**Figura 1.** Ratón casero *(Mus musculus)* introducido en la isla Socorro del archipiélago de Revillagigedo, Colima. Foto: César A. Ríos-Muñoz 2007.

Otra posibilidad es que el ratón casero haya sido introducido en el norte de la isla por vía marítima, aunque no es común que se hagan viajes a esa parte de la isla (Ocaña-García com. pers.).

Estos registros de nuevos sitios y ambientes en los que se encuentra *Mus musculus* en la isla Socorro, abren la posibilidad de que la especie no se encuentre asociada únicamente a la actividad humana. El ratón casero fue más abundante en el bosque de guayabillo (*Psidium socorrense*), un tipo de comunidad vegetal perturbado debido a la presencia de borregos (*Ovis aries*) introducidos, que se extiende cubriendo aproximadamente 24% del área total de la isla (Flores-Palacios *et al.* 2009).

## Conclusiones

El ratón casero (*Mus musculus*), es posiblemente el roedor con la distribución más extendida en el planeta, por su asociación con los seres humanos y su plasticidad, que ha favorecido su rápida adaptación a nuevos ambientes (Álvarez-Romero *et al.* 2008). Los efectos de esta especie invasora sobre la fauna nativa de la isla Socorro, como la lagartija endémica *Urosaurus auriculatus* (Arnaud *et al.* 1993, Galina-Tessaro *et al.* 1999) y las poblaciones de aves que anidan en el suelo, no ha sido evaluada, aun cuando la especie se considera un factor de riesgo para las poblaciones de estas aves (Howald *et al.* 2007, Wanless *et al.* 2007), al ser un depredador de huevos y de individuos juveniles (Cuthbert y Hilton 2004, Álvarez-Romero *et al.* 2008). Por otro lado, los depredadores del ratón en la isla son los gatos (Rodríguez-Estrella *et al.* 1991, Arnaud *et al.* 1993, 1994) y posiblemente el halcón cola roja (*Buteo jamaicensis socorroensis*) y la lechuza (*Tyto alba*) (Jehl y Parkes 1982).

Los registros dan cuenta de la introducción y presencia actual del ratón casero en nuevos sitios de la isla Socorro, por lo que es recomendable desarrollar estudios a nivel local sobre la ecología de este ratón, para conocer su impacto sobre la fauna nativa de la isla; asimismo, realizar monitoreos permanentes en las islas del archipiélago de Revillagigedo, para conocer el estado de su biodiversidad e identificar situaciones similares de fauna invasora que representen amenazas importantes para su conservación.


## Agradecimientos

A la Armada de México por las facilidades otorgadas durante nuestra visita al archipiélago Revillagigedo, a H. Vázquez-Miranda, R. Sosa-López, A.A. Mendoza-Hernández, M.N. Cortés-Rodríguez y B.E. Hernández-Baños por su asistencia en el trabajo de campo.


## Referencias


Adem, J. 1960. Introducción. En: *La isla Socorro, archipiélago de Revillagigedo*. J. Adem, E. Cobo, L. Blásquez, *et al.* Monografía del Instituto de Geofísica, UNAM, pp. 7-12.

Álvarez-Romero, J., R. Medellín, A. Oliveras de Ita, *et al.* 2008. *Animales exóticos en México. Una amenaza para la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología (IE)/UNAM/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México, D.F.

Álvarez, S., A. Castellanos, P. Galina, *et al.* 1994. Aspectos de la población y el hábitat del borrego doméstico (*Ovis aries*). En: *La isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago Revillagigedo, México*. A. Ortega y A. Castellanos (eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). Publicación núm. 8. La Paz, BCS, pp. 301-317.

Arnaud, G., A. Rodríguez, A. Ortega-Rubio y S. Álvarez-Cárdenas. 1993. Predation by cats on the unique endemic lizard of Socorro Island (*Urosaurus auriculatus*), Revillagigedo, Mexico. *Ohio Journal of Science* 93:101-104.

Arnaud, G., A. Rodríguez y S. Álvarez. 1994. El gato doméstico (*Felis catus*), implicaciones de su presencia y alternativas para su erradicación. En: *La isla Socorro, Reserva de la Biosfera Archipiélago Revillagigedo, México*. A. Ortega y A. Castellanos (eds.). CIBNOR. Publicación núm. 8. La Paz, BCS, pp. 319-328.

Brattstrom, B.H. 1990. Biogeography of islas Revillagigedo, Mexico. *Journal of Biogeography* 17:177-183.

Cuthbert, R. y G. Hilton. 2004. Introduced house mice *Mus musculus*: a significant predator of threatened and endemic birds on Gough Island, South Atlantic Ocean? *Biological Conservation* 117:483-489.

Flores-Palacios, A., J.E., Martínez-Gómez y R.L. Curry. 2009. La vegetación de isla Socorro, archipiélago de Revillagigedo, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 84: 13-23.

Galina-Tessaro, P., A. Ortega-Rubio, S. Álvarez-Cárdenas y G. Arnaud. 1999. Colonization of Socorro Island (Mexico), by the tropical house gecko *Hemidactylus frenatus* (Squamata: Gekkonidae). *Revista de Biología Tropical* 47: 237-238.

Howald G., C.J., J.P. Donlan, J.C. Galván, *et al.* 2007. Invasive rodent eradication on islands. *Conservation Biology* 21:1258-1268.

Jehl, J.R. y K.C. Parkes Jr. 1982. The status of the avifauna of the Revillagigedo islands, Mexico. *Wilson Bulletin* 94:1-19.

López-Higareda, D., C.A. Ríos-Muñoz y L.S. León-Paniagua. 2014. Un pequeño gran problema: nuevos registros del ratón casero en isla Socorro, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.)30(3):711-715.

Nowak, R.M. 1999. *Walker's mammals of the World*. 6a ed. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.

Ortega-Rubio, A., M.L. Jiménez, J. Llinas y G. Arnaud. 1997. Some ecological aspects of the land crab, *Gecarcinus planatus* Stimpson, at Socorro Island, Colima, Mexico. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 30:17-22.

Ocaña-García, J.J. 2007. Contralmirante de la Marina-Armada de México. Comunicación personal, marzo.

Rodríguez-Estrella, R., G. Arnaud, S. Álvarez-Cárdenas y A. Rodríguez. 1991. Predation by feral cats on birds at isla Socorro, Mexico. *Western Birds* 22:141-143.

Wanless, R.M., A. Ángel, R.J. Cuthbert, *et al.* 2007. Can predation by invasive mice drive seabird extinctions? *Biology Letters* 3:241-244.

# Murciélagos de orejas largas *(Macrotus)*

Cornelio Sánchez-Hernández

El nombre del género *Macrotus* deriva de las raíces griegas: *macros* y *otos*, que significan "orejas largas" (Anderson 1969). Los murciélagos de orejas largas (*Macrotus* spp.) son de apariencia frágil, con una coloración del dorso que varía de gris moreno tabaco a moreno rojizo, el vientre color gamuza pálido y las alas y uropatagio (membrana que une las patas traseras) más oscuras. La longitud total varía de 80 a 100 mm y el antebrazo de 45 a 58 mm.

Las orejas miden más de 25 mm desde la escotadura a la punta, son redondeadas y se unen en la base por una banda de piel. El rostro es largo, la hoja nasal simple, erecta y lanceolada; los ojos y la boca son grandes, las alas son largas y anchas; las patas traseras son delgadas y más largas que la cola. El uropatagio es truncado, ancho y corto e incluye hasta 80% de la longitud de la cola, dejando la punta libre.

El género incluye dos especies, pero en Colima sólo se distribuye *Macrotus waterhousii*. Esta especie se encuentra a elevaciones de 1 300 msnm, desde California en los Estados Unidos de Norteamérica, hacia el sur por la península de Baja California, y de la vertiente del Pacífico y centro de México hasta Guatemala, Belice, Cuba, Trinidad, Tobago, Haití e islas cercanas (Anderson 1969, Hall 1981). Este grupo de murciélagos tiene una amplia distribución en Colima y se ha capturado en diferentes localidades de Comala, Villa de Álvarez, Pueblo Juárez, Cuauhtémoc, Coquimatlán, Armería y alrededores de la ciudad de Colima.

Sánchez-Hernández, C. 2016. Murciélagos de orejas largas *(Macrotus)*. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 493-495.



**Figura 1.** Murciélago (*Macrotus waterhousii*). Foto: Cornelio Sánchez.

Los murciélagos del género *Macrotus* prefieren sitios con selva baja caducifolia y matorrales, con algunos órganos y leguminosas como las del género *Prosopis* (mezquites) y *Acacia* (acacias); habitan tanto en sitios naturales como fragmentados. Se capturan con frecuencia en redes colocadas sobre cuerpos de agua o a las orillas de éstos. Sus refugios son cuevas, minas, canales de riego, puentes y alcantarillas que permitan cierta penumbra, y con frecuencia en sitios con temperatura elevada y con un fuerte olor a amoniaco. Comúnmente realizan movimientos locales en busca de áreas con disponibilidad de alimento.

Estos murciélagos son insectívoros, consumen coleópteros, ortópteros, lepidópteros y otros insectos que capturan sobre el suelo, hojas o ramas de la vegetación. Aunque pueden ser acti-

vos durante la noche, normalmente salen del refugio al oscurecer y algunos individuos regresan en el lapso de una hora para consumir las partes blandas de los insectos capturados, por lo que es común encontrar restos de éstos debajo de los sitios de percha. Son muy activos dentro de los refugios y cuando se les perturba siempre vuelan de un sitio a otro y nunca caminan sobre las paredes. Dentro del mismo refugio, pero en grupos separados, pueden encontrarse especies como: *Balantiopteryx plicata*, *Leptonycteris yerbabuenae*, *Artibeus intermedius*, *Desmodus rotundus*, *Glossophaga soricina*, *Natalus stramineus*, *Mormoops megalophylla* y diferentes especies de *Pteronotus*.

Los sexos habitan separados dentro de los refugios. Su patrón reproductivo es poliestro bimodal; después del nacimiento de la cría la hembra puede volver a preñarse de manera inmediata a través de un estro de postparto. Los periodos de nacimiento ocurren uno en junio y otro de noviembre a enero. Las crías son precoces, nacen con el cuerpo cubierto de pelo y con los ojos y orejas abiertos. La lactancia es de junio a agosto y de noviembre a febrero pero son destetadas hasta que tienen un mes de edad (Martínez Chapital 2013). Las hembras forman colonias de maternidad de tamaño variable. La máxima esperanza de vida ha sido estimada en 10 años (Bradshaw 1961, Anderson 1969).

La principal importancia de los murciélagos de orejas largas es el control de poblaciones de insectos potencialmente perjudiciales para la agricultura. Además, cuando forman colonias muy numerosas, el guano que se acumula puede emplearse por los pobladores como fertilizante. A pesar de que pueden estar infectados con el virus de la rabia (Málaga y Villa 1957), la posibilidad de transmitir la enfermedad es muy reducida debido a que no se asocian con el hombre, salvo cuando éste perturba sus refugios.

Debido a que la especie se distribuye ampliamente en Colima y puede formar agregaciones de decenas a miles de individuos, incluso en sitios fragmentados, se asume que tolera la alteración, por lo que no requiere de esfuerzos especiales para su conservación. Sin embargo, debido a la importancia de los servicios ambientales que presta en el control de plagas de insectos, se recomienda el monitoreo y estudio de sus poblaciones para realizar acciones que permitan su conservación.

## Referencias


Anderson, S. 1969. *Macrotus waterhousii. Mammalian Species* 1:1-4.

Bradshaw, G.V.R. 1961. *A life history study of the California leaf-nosed bat, Macrotus californicus.* Tesis de doctorado. University of Arizona, Tucson. Arizona.

Hall, E.R. 1981. *The mammals of North America.* 2a ed. John Wiley and Sons. Nueva York.

Málaga, A.A. y B. Villa. 1957. Algunas notas acerca de la distribución de los murciélagos de América del Norte relacionados con el problema de la rabia. *Anales del Instituto de Biología* UNAM. *Serie Zoología* 27:529-569.

Martínez Chapital, S. T. 2013. *Biología reproductiva y crecimiento postnatal de Macrotus waterhousii (Chiroptera: Phillostomidae) en la región de Mezcala, Guerrero.* Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Ecología), Instituto de Biología, UNAM, México.

# Ardillas terrestres
## *(Notocitellus* y *Otospermophilus)*

Troy L. Best

Los géneros *Noticellus y Otospermophilus* incluyen a las ardillas terrestres de la familia Sciuridae. En Colima se distribuyen dos especies: la ardilla de cola anillada terrestre o tezmo (*Notocitellus annulatus*), y la ardilla de rocas (*Otospermophilus variegatus*). La principal diferencia entre ambas especies está en que *N. annulatus* tiene el foramen supraorbital (zona de hueso sobre las órbitas oculares) cerrado y los lados de la cabeza son leonados o de color ante. Debido a que *O. variegatus* es una especie rara en Colima, aquí sólo se presenta información de *N. annulatus*.

Las partes anteriores de *N. annulatus* son casi uniformes en color, con una mezcla de negro-fusco y canela-ante o rosado-ante. La barbilla, garganta, lados de la nariz y cara son color ante ocre; mientras que los lados del cuello, hombros y patas delanteras son color castaño (Hall 1981). Esta especie lleva la cola curveada como las ardillas arborícolas *(Sciurus)* y sus movimientos son más ágiles que los de la mayoría de las otras especies de *Spermophilus* (Howell 1938, Best 1995).

La ardilla de cola anillada es endémica de las tierras bajas tropicales del occidente de México y se encuentra en elevaciones que van desde el nivel del mar, hasta más de 1 200 msnm. Habita bosques tropicales caducifolios densos y es común en las planicies de Colima (Hooper 1955, Hall 1981, Best 1995). Aunque *N. annulatus* es principalmente terrestre, puede encontrarse en árboles grandes, con una alta densidad de enredaderas, bardas de roca y formaciones rocosas a lo largo de arroyos.

Best, T.L 2016. Ardillas terrestres *(Notocitellus y Otospermophilus)*. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 496-498.





**Figura 1.** Ardillas terrestres de la familia Sciurudae, habitantes del estado, izquierda: ardilla de cola anillada (*Notocitellus annulatus*), derecha: ardilla de rocas (*Otospermophilus variegatus*). Fotos: Troy L. Best.

Sus madrigueras se localizan en laderas, entre rocas, en terrenos arenosos a lo largo de paredes y cerca de cultivos (Howell 1938; Allen 1889, 1890). Se alimentan de gran variedad de frutos y nueces, incluyendo principalmente semillas de mezquite y cactáceas, nueces de palma de aceite, nopales (*Opuntia*) e higos silvestres (*Ficus*) (Howell 1938). En Colima la crianza ocurre durante la temporada de sequía (diciembre-junio).

Esta especie se encuentra asociada comúnmente a lugares sombríos de las áreas más densas de palmares (Arecaceae), espinas de mezquite (*Prosopis*) y acacias (*Acacia*). En este hábitat pueden verse deslizándose continuamente entre las ramas de árboles grandes o en el matorral, deteniéndose en ocasiones para desenterrar una semilla o sentarse sobre sus patas traseras y comer. Tienen conductas complejas que incluyen la vigilancia (parándose sobre sus patas traseras o usando la cola a manera de tripié), comunicación auditiva mediante chillidos o silbidos breves y agudos a intervalos cortos, así como estrategias de forrajeo en las que permanecen agazapadas muy quietas cerca del suelo, entre los arbustos y deslizándose de un hueco a otro, y cuando se alarman corren a esconderse al primer refugio disponible.

Colima incluye una porción significativa de la distribución geográfica de la ardilla de cola anillada. Ésta se distribuye ampliamente en el estado y está bien adaptada a hábitats que han sido modificados por prácticas agrícolas. En la actualidad no se encuentra amenazada o en peligro (SEMARNAT 2010), por lo que no hay necesidad de esfuerzos especiales para su conservación. Sin embargo, el cuidado de esta especie es altamente deseable porque contribuye a la biodiversidad del estado y del país, además de prestar servicios ambientales como la eliminación de hierbas malas y plantas indeseables. Se sugieren estudios para conocer la distribución y ecología de *O. variegatus* en Colima.

## Referencias


Allen, J.A. 1889. Notes a collection of mammals from southern Mexico, with descriptions of new species of the genera *Sciurus, Tamias*, and *Sigmodon*. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 2:165-181.

———. 1890. Notes on collections of mammals made in central and southern Mexico, by Dr. Audley C. Buller, with descriptions of new species of the genera *Vespertilio, Sciurus*, and *Lepus*. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 3: 175-194.

Best, T.L. 1995. *Spermophilus annulatus*. *Mammalian Species* 508:1-4.

Hall, E.R. 1981. *The mammals of north America*. John Wiley and Sons. Nueva York.

Hooper, E.T. 1955. Notes on mammals of western Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan* 565:1-26.

Howell, A.H. 1938. Revision of the north American ground squirrels, with a classification of the north American *Sciuridae*. *North American Fauna* 56: 1-256.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

# Ardillas arborícolas
## *(Sciurus)*

Troy L. Best

El género *Sciurus* incluye principalmente a las ardillas arborícolas de la familia Sciuridae que habitan diversos tipos de bosques. En Colima se encuentran dos especies de este género: la ardilla de Collie (*Sciurus colliaei)* y la ardilla de vientre rojo (*S. aureogaster*) (figura 1). Aunque en el estado las diferencias entre ambas especies no son muy notorias, una característica que permite diferenciarlas es el pelaje veteado o manchado, que en *S. colliaei* se extiende por el dorso desde la nuca hasta la cadera, mientras que en *S. aureogaster* se restringe a la nuca y la cadera. En esta última, las manchas usualmente son de color anaranjado brillante a rojo-anaranjado, de modo que contrastan marcadamente con la espalda, que es de color gris-blancuzco a gris-azulado (Musser 1968).



**Figura 1.** Ardilla vientre rojo *(Sciurus aureogaster)* habitante de los bosques. Foto: María de Lourdes Romero-Almaraz.

Best, T.L. 2016. Ardillas arborícolas *(Sciurus)*. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 499-501.

Ambas especies de ardillas son más activas en las primeras horas de la mañana y cerca del atardecer (Ceballos 1989). Aunque pueden estar activas a nivel del suelo, se observan con mayor frecuencia en las frondas de los árboles, donde también elaboran sus madrigueras con ramas y hojas, en huecos de los troncos o la punta de las ramas (Burt 1938, Caire 1978).

La especie más común en Colima es la ardilla de Collie, la cual se alimenta de frutos o nueces de árboles como: *Spondias purpurae*, *Orbygnia cohune* y *Cocos nucifera*. Esta especie es común en bosques densos de las tierras bajas (desde el nivel del mar), a lo largo de la costa del Pacífico mexicano, y se extiende hacia las tierras altas del altiplano, por encima de elevaciones de alrededor de 900 msnm (Best 1995). Los hábitats que ocupa incluyen: bosques tropicales o subtropicales que rodean lagunas, laderas por debajo del cinturón de pino-encino *(Pinus-Quercus),* bosques de niebla de pinos, encinos y abetos *(Abies, Pseudotsuga),* bosques de madera dura como tilo americano *(Tilia),* nogales *(Junglans)* y alisos *(Alnus),* y matorrales xerófilos (Burt 1938, Musser 1968, Caire 1978, Ceballos 1989, Best 1995).

La ardilla de vientre rojo (*Sciurus aureogaster*) habita una amplia variedad de bosques a lo largo de su distribución geográfica en México y Guatemala. Estos incluyen formaciones de árboles bajos y de hoja ancha en los trópicos, hasta bosques templados de encino y coníferas, en las tierras altas. En el occidente y centro de México habita en gran variedad de tipos de vegetación que incluyen matorral xerófilo, selva baja caducifolia, bosques de galería, de pino-encino y bosques templados de encinos y coníferas. Su dieta incluye hongos, bellotas y moras, las cuales recoge del sotobosque del bosque, pero también forrajea en las copas de pinos y encinos, descorteza los conos de pino y come los retoños de las acículas de la punta de las ramas.

En Colima hay hábitats donde coexisten ambas especies, tal es el caso de los bosques de laderas bajas en el volcán de Colima; así como del margen nororiental de la laguna de Cuyutlán, donde habitan en palmares de coquito (Arecaceae) mezclados con higueras (*Ficus* spp.) y otros árboles nativos de hoja ancha. Estos árboles les proveen de alimento (nueces e higos) y hojas para elaborar sus características madrigueras, grandes y globulares, ubicadas en las ramas más altas (Musser 1968).

Las ardillas arborícolas no se encuentran incluidas en la lista de especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), pero dependen de los bosques para alimentarse, refugiarse y evitar depredadores, por lo que la protección de las áreas forestales debe ser de alta prioridad para garantizar la supervivencia de estas especies arbóreas. La transformación de los hábitats forestales para usos agrícolas, la extracción de madera y la caza excesiva pueden afectar negativamente a las ardillas arborícolas.

## Referencias

Best, T.L. 1995. *Sciurus colliaei. Mammalian Species* 497:1-4.

Burt, W.H. 1938. Faunal relationships and geographic distribution of mammals in Sonora, Mexico. Miscellaneous. *Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan* 39:1-77.

Caire, W. 1978. *The distribution and zoogeography of the mammals of Sonora, Mexico*. Tesis de doctorado. The University of New Mexico, Albuquerque.

Ceballos, G. 1989. *Population and community ecology of small mammals from tropical deciduous and arroyo forests in western Mexico*. Tesis de doctorado. The University of Arizona, Tucson. Arizona.

Musser, G.G. 1968. A systematic study of the Mexican and Guatemala gray squirrel, *Sciurus aureogaster* F. Cuvier (Rodentia: Sciuridae). *Miscellaneous Publications of the Museum of Zoology, University of Michigan* 137:1-112.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.



*Volcán de Colima en actividad, 2015.* Foto: Hernando Rivera Cervantes.

# S5

## DIVERSIDAD GENÉTICA

*Hylocereus* spp. Foto: Adalberto Ríos Lanz/Banco de imágenes CONABIO.



# Resumen ejecutivo

Sebastián Lemus-Juárez

La diversidad genética es uno de los tres componentes de la biodiversidad, junto con la diversidad taxonómica y la diversidad ecológica. Para abordar el significado de la diversidad genética es necesario partir de la diferenciación de los términos variación alélica y variación genética, los cuales con frecuencia se emplean como sinónimos. La variación alélica consiste en la existencia de varias formas alternativas de alelos para el mismo gen en una población; la variación genética se refiere específicamente a las diferencias fenotípicas y genotípicas entre los individuos de una población (UMLS 2009). Existen poblaciones con determinados niveles de diversidad genética, natural y artificial, en las que se pueden encontrar algunos individuos parcialmente resistentes y hábiles para sobrevivir y perpetuar la especie en determinadas circunstancias. La variación genética entre los individuos de una misma especie asegura que el taxón o grupo, como un todo, pueda cambiar y adaptarse en respuesta a las presiones o fuerzas de la selección natural, asegurando la supervivencia y evolución (Lépiz y Rodríguez 2006). A mayor variación genética útil dentro de una especie, mayores probabilidades hay de seleccionar genotipos superiores, eso desde el punto de vista humano.

## ¿Cómo se mantiene la diversidad genética?

La diversidad genética tiene su origen en las mutaciones y la recombinación, sin embargo, es un conjunto de factores lo que puede mantener la

Lemus-Juárez, S. 2016. Resumen ejecutivo de Diversidad genética. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 505-510.

diversidad genética en las poblaciones y especies, entre ellos destacan la selección de individuos heterocigotos o la selección dependiente de la frecuencia. El mantenimiento de la variación genética, en general, es dependiente de la diversidad de las especies. Por ejemplo, la diversidad genética en poblaciones de plantas puede determinar la diversidad de especies de artrópodos y microorganismos asociados, es decir, la diversidad de un grupo taxonómico puede depender de otro. Asimismo, la diversidad en las estrategias competitivas de las especies es necesaria para mantener la variación genética; por ejemplo, la variación en la concentración de ciertos compuestos químicos es necesaria para la coexistencia de una especie y sus competidoras.

Lankan y Strauss (2007), encontraron que la variación genética en la concentración de un componente alelopático secundario de la mostaza negra *(Brassica nigra)* (figura 1), era necesaria para la coexistencia entre ésta y sus especies competidoras. Adicionalmente, la competencia de especies ha sido requerida para el mantenimiento de la variación genética en dicho componente alelopático, por lo que la dinámica cíclica entre la presión de selección y la composición de la comunidad son factores que pueden conducir al mantenimiento, tanto de la diversidad genética de una especie como de la diversidad de las especies que conforman la comunidad.

La competencia entre especies es una competencia de genotipos, por ello es importante conservar la diversidad de los organismos en los diferentes niveles de organización funcional (ecosistemas, comunidades, poblaciones y genes) (Hawkes *et al*. 2000). Al respecto, Colima cuenta con gran diversidad de condiciones ambientales y de organismos de diferentes grupos. No obstante, es probablemente una de las entidades más atrasadas en el registro, caracterización y conservación de la diversidad biológica. ¿Cuál es y cómo se distribuye la diversidad genética dentro de las poblaciones naturales? Esta es una pregunta central para el conocimiento de la biodiversidad del estado.



**Figura 1.** Flores de la mostaza negra *(Brassica nigra)*. Foto: Pedro Tenorio Lezama/Banco de imágenes conabio.

## Diversidad genética en especies silvestres

Son aún incipientes los estudios sobre la diversidad genética de poblaciones naturales en Colima. De manera general tales estudios se refieren a extensiones territoriales locales y es muy raro que hagan mención a ecosistemas particulares. Los estudios existentes básicamente consisten en inventarios de especies silvestres, tanto vegetales

como animales, con importancia económica y que son aprovechadas por recolectores y cazadores de las comunidades rurales y centros urbanos. En sentido estricto son prácticamente inexistentes los estudios sobre la diversidad genética de las poblaciones nativas, basados en la aplicación de técnicas modernas; sólo se han documentado algunos estudios de caso sobre la diversidad morfológica y citogenética de plantas y animales y aquí se citan.

**Camote del cerro** (*Dioscorea remotiflora*). Se han identificado dos poblaciones diferentes, una que se distribuye por debajo de los 800 m de altitud (*Dioscorea remotiflora* tipo), y otra (*D. remotiflora* var. *maculata*) que se localiza a mayores elevaciones, en la parte norte de la entidad. Se ha concluido que el número haploide de la especie (número de cromosomas en polen y óvulos) es 10, las plantas de la especie nominal tienen 30 y la variedad 40 cromosomas (número diploide) (López 1999).

**Chan** (*Hyptis suaveolens*). Se han descrito tres formas: la especie nominal, una forma intermedia y la forma domesticada, de ellas se han descrito los ciclos de vida, el color y los diferentes tamaños de grano y planta (Vergara 1999).

**Pitahaya** (*Hylocereus* spp.). Poblaciones silvestres han servido de fuente para constituir un banco de germoplasma. Se han identificado tres especies, la diversidad fenotípica (al interior de cada especie), la poliploidía (presencia de tres o más juegos completos de cromosomas en una población), así como la diversidad química denotada por la presencia de cantidades distintas de betalainas y betaxantinas (determinadas a partir de muestras de extractos de frutas provenientes de poblaciones distintas) (Michel-Rosales *et al.* 2006, Michel 2009) (figura 2).



**Figura 2.** Fruto de la planta de la pitahaya (*Hylocereus* spp.). Foto: Adalberto Ríos Lanz/Banco de imágenes CONABIO.

**Pitayo** (*Stenocereus queretaroensis*). Se ha descrito el proceso general de recolección y venta de sus frutos en el estado y se ha reportado la existencia de poblaciones con diferente estacionalidad de maduración, facilidad de corte, desprendimiento de pericarpio (parte del fruto que recubre la semilla), talla, sabor y color de frutos (Lemus *et al.* 1993) (figura 3).

No obstante la escasez de estudios de diversidad genética, algunos trabajos de exploración etnobotánica en comunidades rurales, como los de Vergara (1984) y Flores (1993), han detectado diferentes parientes silvestres y criollos de cultivos básicos y plantas comestibles importantes en Colima, como: el maíz silvestre (*Zea diploperennis*, *Zea mays* var. *parviglumes*), el frijol (*Phaseolus* spp.), la calabaza (*Cucurbita* spp.), el tomate milpero (*Physalis* spp.), el jitomate de Comala (*Licopersicum* sp.), el chaltomate (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*), el chayote (*Sechium edule*), el maguey (*Agave* spp.), el camote dulce (*Ipomoea batata*), camote del cerro (*D. remotiflora*), la charahuesca (*Dahlea* spp.), la jícama silvestre




**FIGURA 3.** Productos derivados de la planta del pitayo *(Stenocereus)*. Foto: Adalberto Ríos Lanz/Banco de imágenes CONABIO.

(*Pachyrrhizus* sp.), la papa de guía (*Dioscorea* sp.), el quelite (*Amaranthus spinosus* y *A. hibridus*), la yuca (*Manihot* sp.), el guaje (*Leucaena* spp.), el chán o chía gorda (*Hyptis suaveolens*) y la chía (*Salvia hispanica*).

Entre las especies frutales, silvestres, cultivadas o colectadas en la entidad, resaltan: el pitayo (*Stenocereus queretaroensis*), la pitahaya (*Heliocereus* spp.), la guayaba (*Psidium guajava*), el arrayán (*Psidium sartorianum*), el papayo silvestre o pajarero (*Carica papaya*), el bonete (*Jacaratia mexicana*), el nopal (*Opuntia* spp.), el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), el zapote amarillo o huicumo (*Pouteria campechiana*), el mamey (*Pouteria sapota*), el zapote prieto (*Diospyros digyna*), el chicozapote (*Manilkara zapota*), el caimito (*Pouteria caimito*), el capiri (*Sideroxylum capire*), el zapote blanco (*Casimiroa edulis*), el nance (*Byrsonima crassifolia*), el chupalcojote (*Cyrtocarpa procera*), el cuil (*Inga* spp.), el camichin (*Ficus padifolia*), la guámara amarilla y morada (*Bromelia pinguin* y *Bromelia* sp.), el chocohuistle (*Bromelia karatas*), el cocoyul o coquito baboso (*Acrocomia mexicana*), el cayaco o coquito de aceite (*Orbignya cohune*), el ciruelo cimarrón (*Spondias purpurea*), la uva silvestre roja y morada (*Ampelocissus acapulcensis*, *Vitis tiliifolia*), el ahuilote (*Vitex mollis*), el capulín (*Prunus serotina*), el tejocote (*Crataegus pubescens*), la zarzamora (*Rubus* sp.), la fresa silvestre (*Fragaria* sp.), el cabezo o cabeza de negro (*Annona purpurea*), la anona (*Annona* sp.), la ilama (*Annona diversifolia*), la chirimoya (*Annona cherimola*), la guanábana (*Annona muricata*) y el castaño (*Quercus* spp.), entre otras.

En cuanto a las especias, estimulantes o sustitutos, se incluye el achiote (*Bixa orellana*), el orégano silvestre (*Lippia* sp.), el epazote (*Chenopodium ambrosioides*), el anís (*Tagetes* sp.), el papaloquelite o hierba del venado (*Porophyllum viridiflorum*), el mojo o capomo (*Brosimum alicastrum*), el cacao (*Theobroma cacao*), la vainilla (*Vanilla* sp.), el laurel o laurelillo (*Litsea glaucenscens*) y la yerbabuena dulce (*Lippia dulcis*).

Asimismo, se han detectado varias especies silvestres con uso ornamental como: la noche

buena silvestre (*Euphorbia pulcherrima*), las orquídeas, las bromelias, etc. También se ha registrado al acapán (*Abutilon* sp.), y el algodón de huesillo (*Gossipium hirsutum*) como fuente de fibras, además de una gran riqueza de plantas con uso medicinal y maderable.

## Diversidad genética en especies domesticadas

A partir de la Conquista se introdujeron a México diferentes plantas y animales provenientes de Europa y otras partes del mundo, las cuales al aislarse de sus parientes, adaptarse a los diferentes ecosistemas y haber sido seleccionados empíricamente por los productores, desarrollaron *ecotipos* locales (subpoblaciones genéticamente diferenciadas, restringidas a un ambiente particular), generando en México un centro secundario de variación genética. Al respecto, Lépiz y Rodríguez (2006) mencionan que de 229 especies cultivadas en México, 179 son introducidas (108 anuales y 71 perennes) y sólo 50 taxones son nativos, lo que significa que los mexicanos dependemos de 78% de las especies introducidas, las cuales aportan 61.96% del valor de la producción. Colima, con sólo 0.3% de la superficie del país, es un centro importante de diversidad de especies introducidas: cocoteros, mangos, cítricos, tamarindos, duraznos, plátanos, caña de azúcar, café, arroz, sorgo, ajonjolí, así como la mayoría de las especies de animales domésticos. La caracterización de la variación genética de las especies introducidas en la entidad, al igual que la diversidad silvestre autóctona, es incipiente. Algunos trabajos en ese sentido son el estudio de la variación fenotípica de las gallinas de cuello desnudo y la variación fenotípica del cocotero y el tamarindo.

## Discusión

Los estudios realizados sobre diversidad genética de poblaciones de especies presentes en Colima son escasos y están encaminados expresamente a evaluar la diversidad genética, ya sea de poblaciones nativas o introducidas. La escasez o ausencia de herbarios, jardines botánicos y colecciones taxonómicas son indicadores, no solamente del atraso y descuido en el estudio de la diversidad genética de las poblaciones autóctonas e introducidas, sino también de la falta de recursos necesarios para mejorar los sistemas de producción agropecuaria y forestal de la entidad. Al respecto se ha documentado que la diversidad de los cultivos puede jugar un papel importante en el soporte de la productividad de la granja, el manejo del riesgo ambiental y la reducción de la variabilidad del rendimiento (Di Falco y Chavas 2006).

Actualmente varias poblaciones importantes de animales y vegetales, nativas de Colima, sufren disminución de sus números, están en situaciones críticas, o bien ya han desaparecido. Estos son los casos de los siguientes vegetales: el cacao, los maíces criollos, el chile silvestre, las calabazas, los magueyes, el pitayo, la palma verde, la palma de muerto, el cayaco, el cocoyul y el palo Brasil. En cuanto a la fauna se encuentran en esta situación: el perro colimote, el pavo silvestre o choncho, los monos, el chihuilín y felinos mayores y menores, entre otros.

Por otra parte, varias especies de pastos introducidos se han convertido en fuertes competidoras de pastos nativos y maíces criollos. El pasto estrella, africano y zacatón, son ejemplos de especies introducidas que deberían ser consideradas especies invasoras. Quizá el maíz y la

calabaza transgénicos deberían ser considerados en esta categoría.

## Conclusiones

Con la pérdida y deterioro de los recursos genéticos, difícilmente seremos capaces de mejorar los sistemas de producción agropecuaria y forestal, en términos productivos y de sustentabilidad. Un área de oportunidad importante entonces es orientar las inversiones económicas y esfuerzos humanos para reconocer y preservar el territorio de Colima como un centro importante de diversidad genética de plantas y animales domesticados y como fuente originaria de la diversidad representada por especies como *Zea diploperennis*, *Zea mays* var. *parviglumes*, agaves, sapotáceas, anonáceas, rosáceas y otras.

## Referencias


Di Falco, S. y J.P. Chavas. 2006. Crop genetic diversity, farm productivity and the management of environmental risk in rainfed agriculture. *European Review of Agricultural Economics* 33(3):289-314.

Flores, R. 1993. *Estudio etnobotánico del municipio de Comala, Colima, México*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

Hawkes, J.G., N. Maxted y B.V. Ford-Lloyd. 2000. *The ex situ conservation of plant genetic resources*. Kluwer Academic Publishers. Países Bajos.

Lemus, S., M. Vergara, C. Bonilla, *et al.* 1993. *Las pitayas de Colima*. Universidad de Colima (UCOL). Dirección General de Publicaciones. México.

Lépiz, R. y E. Rodríguez. 2006. Los recursos fitogenéticos de México. En: *Recursos fitogenéticos de México para la alimentación y la agricultura: informe nacional 2006*. J.C. Molina y L. Córdoba (eds.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)/Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. (SOMEFI), Chapingo, México, pp. 1-17.

López, J. 1999. *Tendencias evolutivas en la variación cromosómica y morfofisiológica de Dioscorea remotiflora Kunth y D. remotiflora var. maculata Unline (Dioscoraceae) bajo selección natural*. Tesis de doctorado en ciencias agrícolas y forestales. UCOL, México.

Michel, C.J. 2009. *Caracterización citogenética de plantas nativas de pitahaya (Hylocereus spp.) del estado de Colima*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UCOL, México.

Michel-Rosales, A., J. Farías-Larios y C.E.A. Domínguez. 2006. *Técnicas de producción y manejo del cultivo de la pitahaya. Manual práctico para productores*. UCOL/Fundación Produce Colima/H. Ayuntamiento de Armería.

Lankau, R.A. y S.Y. Strauss. 2007. Mutual feedbacks maintain both genetic and species diversity in a plant community. *Science* 317(5844):1561-1564.

UMLS. Unified Medical Language System. 2009. Genetic variation. En: <*http://ghr.nlm.nih.gov/glossary=geneticvariation*>, última consulta: 13 de agosto de 2009.

Vergara, M. 1984. *Contribución al estudio de los sistemas de producción del ejido Agua Zarca, Coquimatlán, Colima. (México)*. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Morelia, Michoacán, México.

———. 1999. *Evolución de Hyptis suaveolens (L.) Poit. (Labiatae) en hábitat preparados por el hombre*. Tesis de doctorado. UCOL, México.

# Diversidad y usos del camote del cerro (*Dioscorea remotiflora*)

Joel López-Pérez
Sebastián Lemus-Juárez

El camote del cerro es una liana trepadora de hojas anchas y flores hermafroditas (poseen estambres y pistilos) que se secan al terminar la estación de lluvias, permaneciendo vivo el rizoma o camote (tallo subterráneo) (Burkill 1960). El género *Dioscorea* es el principal representante de la familia Dioscoreaceae, con alrededor de 600 especies distribuidas en los trópicos (McVaugh 1989, Hahn 1995) y a la que pertenece el camote. Entre 50 y 100 especies se han utilizado como alimento y al menos 24 especies fueron domesticadas para el mismo fin en África, Asia y América; 12 especies se usan como droga y siete son importantes como cultivos básicos en los trópicos.



**Figura 1.** Camote de las plantas del género *Dioscorea*, el cual se consume en Colima. Foto: Efraín Hernández Xolocotzi/ Banco de imágenes conabio.

López-Pérez, J. y S. Lemus-Juárez. 2016. Diversidad y usos del camote del cerro (*Dioscorea remotiflora*). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 511-512.

En México existen varias especies de camote: en el occidente de México se han registrado tres especies y tres variedades, mientras que en Colima se ha identificado a *Dioscorea remotiflora* (taxón nominal) y *Dioscorea remotiflora* var. *maculata*, con una variación cromosómica de 2n = 30 y 2n = 40, respectivamente, concluyendo que el número cromosómico básico es x = 10. De ambas poblaciones se extraen los tubérculos para autoconsumo y venta, los cuales se aprovechan como alimento y para preparar tratamientos terapéuticos (remedios caseros). Se cuenta con información sobre el proceso de recolección y venta de tubérculos, el manejo postcosecha, la distribución ecológica y la estructura de poblaciones (López 1999).

Con base en esta información, el camote se ha propuesto como un cultivo promisorio en ambientes marginales del trópico seco (López y Lemus 1998). Sin embargo, aún se desconocen las características de fenotipos sobresalientes detectados, el impacto de la extracción por parte de recolectores aficionados y de la fragmentación de los ecosistemas sobre la conservación de este recurso y su variación genética.

## Referencias


Burkill, I.H. 1960. The organography and the evolution of Dioscoreaceae, the family of the Yams. *Botanical Journal of the Linnean Society* 56(367):319-412.

Hahn, S.K. 1995. Yams *Dioscorea* spp. (Dioscoreaceae). En: *Evolution of Crop Plants*. J. Smartt y N.W. Simmonds (eds.). Longman Scientific and Technical, Londres, pp. 112-120.

López, J. 1999. *Tendencias evolutivas en la variación cromosómica y morfofisiológica de Dioscorea remotiflora Kunth y D. remotiflora var. maculata Unline (Dioscoraceae) bajo selección natural*. Tesis de doctorado en ciencias agrícolas y forestales. Universidad de Colima (UCOL), México.

López, J. y S. Lemus. 1998. *El camote del cerro (Dioscorea remotiflora Kunth): alternativa agroforestal para el trópico seco*. UCOL/Alianza para el Campo (APC). Colima, México.

# Chan (*Hyptis suaveolens*): de Colima para el mundo

Martha I. Vergara-Santana
Sebastián Lemus-Juárez

Los mexicanos de la época prehispánica tenían una dieta de diversas plantas (Sahagún 1985). Consumían, entre otras especies, maíz, frijol, calabaza, chile, amaranto y chía. Se daba el nombre genérico de "chía" a plantas con características comunes, aunque fueran especies diferentes, como la *chianpitzahoac* y el *chiantzotzolli* (Hernández 1959).

La semilla del *chiantpitzahoac* es descrita por Hernández (1959) como pequeña y redonda, comestible para aves y para humanos. En el *Códice Florentino* se presenta una figura de la planta, que por sus características podría tratarse de la actual *Salvia hispanica,* descrita por Bernardino de Sahagún (1950-1982). El *chiantozotzolli* se describe en el mismo códice y en la obra de Hernández (1959) como una semilla similar a la de chile o lenteja, aplanada, de color blanco, cuya harina es utilizada para elaborar la bebida llamada *chiantzozolatolli*. En los documentos antes mencionados se presentan dibujos representativos de la planta y de su semilla, la cual es similar a la actual *Hyptis suaveolens*, conocida en Colima como chan (figura 1).

Investigadores de la cultura mexica señalan que la chía de mayor importancia en la dieta de los mexicanos, durante la época prehispánica, fue *Salvia hispanica* (Martínez 1959, Rojas 1988, Cahill 2005), de acuerdo con la nomenclatura botánica actual. Sin embargo, dado que el nombre genérico de chía se empleaba para ambas especies, la confusión fue un

Vergara-Santana, M.L. y S. Lemus-Juárez. 2016. Chan *(Hyptis suaveolens)*: de Colima para el mundo, En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 513-515.




**Figura 1.** Flor y semilla de la planta "chan" *(Hyptis suaveolens)*; a) y b ) especie cultivada, c) y d) especie silvestre. Foto: Martha I. Vergara Santana.

lugar común al referirse a cualquiera de las dos. Tal es el caso de la duda planteada por Carl Sauer en 1990, quien se preguntó si la chía que se consumía en Colima en el siglo XVI correspondía a *Salvia* o a *Hyptis*.

En 1994, durante el desarrollo de estudios etnobotánicos sobre plantas útiles en el estado, los autores del presente trabajo localizaron una unidad de producción que cultivaba el *chan*, y cuya producción de semilla posteriormente se vendía para la elaboración de la bebida tradicional llamada "bate". Hasta esa fecha no se contaba con reportes nacionales o internacionales sobre el cultivo de la planta, solamente se reportaba su presencia como parte de comunidades de vegetación natural. En la unidad de producción referida se localizó, además de la planta silvestre (con semilla de color negro), el cultivo de otro *chan* que producía semilla blanca, aplanada, en forma de lenteja y de semilla de chile. Una investigación documental posterior permitió inferir que se trataba del *chiantzotzolli* descrito en el *Códice Florentino* (Vergara-Santana 1994).

En Colima, además de la especie silvestre y de su variedad cultivada, la diversidad biológica del *chan* se extiende a formas que aparecen en hábitats alterados por la acción del ser humano (ruderales), las cuales son probablemente híbridos entre las dos primeras, ya que presentan flores blancas (como la especie cultivada), con guías de néctar de color violeta y semilla de color café oscuro (propias de la especie silvestre). Se le

encuentra tanto en comunidades de vegetación natural como en cultivos exclusivos.

Con la evidencia física de *Hyptis suaveolens* cultivada y su análisis comparativo con las ilustraciones de documentos históricos se obtuvieron elementos que permiten reivindicarla y considerarla como la chía de mayor importancia en la dieta alimenticia en el México prehispánico. Su presente importancia se manifiesta en un creciente interés internacional.

En la actualidad *H. suaveolens* se encuentra distribuida en países tropicales, en donde se utiliza en la medicina tradicional. Presenta actividad antimicótica (Pandey y Dubey 1994), antibacteriana (Iwu *et al.* 1990), antiinflamatoria (Grassi *et al.* 2006), acaricida (Cervancia y Aspiras 1987), larvicida y nematicida (Aguirre *et al.* 2004). Por el alto contenido proteico de sus semillas puede considerarse con potencial en la industria de los alimentos, constituyendo así una alternativa agrícola para el occidente de México, en donde es frecuente encontrarla en la vegetación natural. La conservación y caracterización de la variabilidad genética de *H. suaveolens* presente en el estado, apoyará la realización de más estudios y aplicaciones futuras.

## Referencias


Aguirre, C., S. Valdés-Rodríguez, G. Mendoza-Hernández, *et al.* 2004. A novel 8.7 *kDa* protease inhibitor from chan seeds (*Hyptis suaveolens* L.) inhibits proteases from the larger grain borer *Prostephanus truncatus* (Coleoptera: Bostrichidae). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology* 138(1):81-89.

Cahill, J.P. 2005. Human selection and domestication of chia (*Salvia hispanica* L.). *Journal of Ethnobiology* 25(2):155-174.

Cervancia, C.R. y A.C. Aspiras. 1987. Life history and control of bee mite *Varroa jacobsoni* Oudemans. *The Philippine Journal of Science* 116(1):83-89.

Grassi, P., T.S. Urías Reyes, S. Sosa, *et al.* 2006. Anti-inflammatory activity of two diterpernes of *Hyptis suaveolens* from El Salvador. *Zeitschrift für Naturforschung C* 61(3-4):165-170.

Hernández, F. 1959. Historia de las plantas de la Nueva España. En: *Obras completas*. Vol. 2. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

Iwu, M.M., C.O. Ezeugwu, C.O. Okunji, *et al.* 1990. Antimicrobial activity and terpenoid of the essential oil of *Hyptis suaveolens*. *International Journal of Crude Drug Research* 28(1):73-76.

Martínez, M. 1959. *Plantas útiles de la flora mexicana*. Ediciones Botas. México, D.F.

Pandey, V.N. y N.K. Dubey. 1994. Antifungal potential of leaves and essential oils from higher plants against soil phytopathogens. *Soil Biology and Biochemistry* 26(10):1417-1421.

Rojas, T. 1988. *Las siembras de ayer: la agricultura indígena del siglo XVI*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS)/Secretaría de Educación Pública (SEP). México, D.F.

Sahagún, B. 1985. *Historia general de las cosas de la Nueva España*. 6a ed. Porrúa. México, D.F.

Sauer, C. 1990. *Colima de la Nueva España en el siglo XVI*. Universidad de Colima (UCOL)/H. Ayuntamiento de Colima. Colima. México.

Vergara-Santana, M. 1994. El rescate de un cultivo prehispánico en el occidente de México: el chan (*Hyptis suaveolens*) (L.). Poit. *Barro Nuevo* 15:53-56.

# Diversidad de la pitahaya silvestre (*Hylocereus* spp.)

Claudia Yared Michel-López
Arnoldo Michel-Rosales
Javier Farías-Larios

Dentro de la gran riqueza biótica de México, los cactus representan una de las familias botánicas más importantes de las comunidades desérticas y tropicales. La pitahaya (*Hylocereus* spp.) que pertenece a esta familia es una planta perenne, originaria de América y que crece en las regiones tropicales y subtropicales (Arias 1997), particularmente en el Pacífico de México, Guatemala, Costa Rica y El Salvador. Su hábito de crecimiento es trepador, como planta epífita o hemiepífita (figura 1), y se desarrolla sobre árboles vivos, troncos secos, piedras y muros (Nerd y Mizrahi 1999). El tallo es comúnmente triangular, verde y articulado, con diámetro de 5 a 6 cm y raíces adventicias (que utilizan para trepar); tiene la capacidad de crecer en condiciones marginales de suelo y de agua (Castillo *et al.* 2005).

Para nuestros antepasados indígenas las cactáceas constituían una fuente de recolección de frutas dulces y jugosas, las cuales contribuían de manera muy importante a su subsistencia. Sin embargo, los procesos de domesticación de las cactáceas han sido lentos debido a la poca demanda que éstas han tenido, tanto en el mercado interno como internacional (Bravo-Hollis 1978). En la actualidad las pitahayas se utilizan como fruta fresca, para preparar gelatina, helado, yogurt, jarabe, dulces, mermelada, jalea y refrescos. Además, se usan como colorantes de bebidas regionales, tales como el ponche de granada, para teñir telas finas y como medicinas para el tratamiento de enfermedades como la gastritis, problemas renales, del corazón, digestivos y para la eliminación de amibas, entre otras (Arias 1997).


Michel-López, C.Y., A. Michel-Rosales y J. Farías-Larios. 2016. Diversidad de la pitahaya silvestre (*Hylocereus* spp.). En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 516-518.



**Figura 1.** Flor de la pitahaya (*Hylocereus* spp.). Foto: Oswaldo Tellez Valdés/Banco de imágenes CONABIO.

En México y Nicaragua se encuentra la mayor diversidad genética de la pitahaya, que se expresa en una gran variedad de formas, colores y tallas de los frutos, así como diversas características fenotípicas en los tallos o esquejes (figura 2). En México pueden encontrarse tres especies en poblaciones silvestres y en proceso de domesticación en los huertos familiares o de traspatio: *Hylocereus undatus* se encuentra en las zonas tropicales del golfo de México, en los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Puebla, Hidalgo, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán. *Hylocereus purpusii* se distribuye en zonas húmedas tropicales y subtropicales de los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. *Hylocereus ocamponis* pertenece a las zonas húmedas tropicales, subtropicales y templadas de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero (Arias 1997, Bravo-Hollis 1978).

En Colima la diversidad genética de la pitahaya roja ha sido escasamente estudiada e incluso se ha ignorado su existencia, ya que prácticamente no ha sido mencionada en documentos o estudios relacionados con los recursos vegetales del estado. Resultados preliminares de estudios aún en desarrollo muestran que la pitahaya existe como planta silvestre en los 10 municipios del estado, principalmente en las riberas de los ríos, arroyos y lugares aledaños. Se ha identificado una amplia tradición de cultivo rudimentario de la pitahaya, en la forma de huertos familiares, tanto en comunidades rurales como asentamientos urbanos (figura 3), principalmente en los municipios de Colima, Coquimatlán, Minatitlán, Villa de Álvarez, Ixtlahuacán, Comala, Manzanillo y Cuauhtémoc.

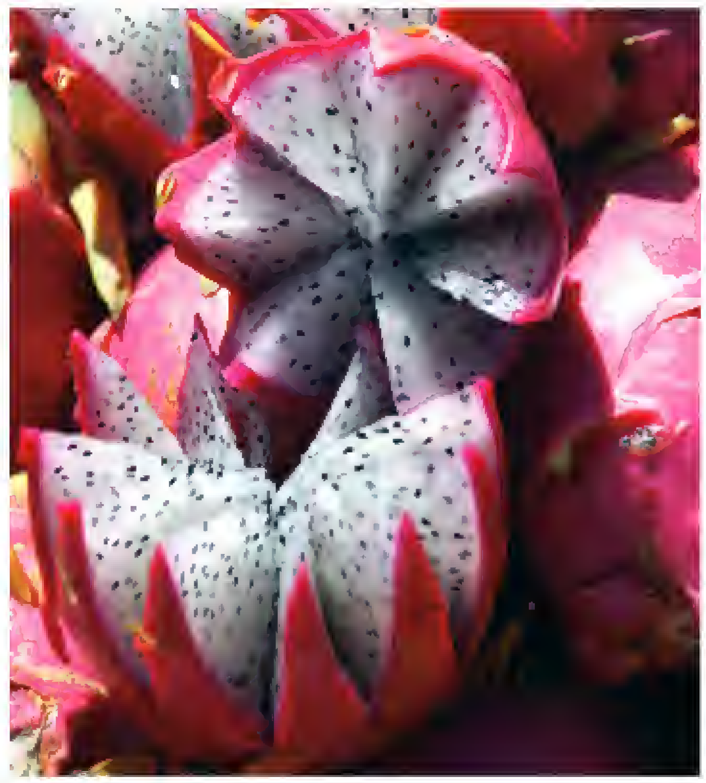


**Figura 2.** Frutos de pitahaya (*Hylocereus* spp.). Foto: Adalberto Ríos Szalay/Banco de imágenes CONABIO.

Asimismo, como resultado preliminar se han recolectado diferentes materiales con los que se constituyó un banco de germoplasma de poblaciones naturales de *Hylocereus* spp., dentro de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Colima. A partir de ese banco de germoplasma se pretende estimar la diversidad genética de la pitahaya con base en su morfología, obtener información para el desarrollo de estrategias de conservación y realizar posibles trabajos de mejoramiento genético. En el banco se incluyeron

esquejes de pitahaya en proceso de domesticación en los huertos familiares de traspatio de diversas comunidades rurales.

El análisis del material recolectado ha permitido determinar la presencia de poblaciones de *Hylocereus ocamponis, H. purpussi* y la introducción de *H. undatus* (Michel-Rosales *et al.* 2006). En particular, para las poblaciones de *H. ocamponis* recolectadas en diferentes localidades del estado, se encontró que su número cromosómico diploide es 2n = 22 y el número haploide es n = 11, salvo en la población de una localidad en donde se encontró poliploidía con 2n = 44. Todos los cariotipos mostraron diferencias en los cromosomas 1 y 11, y variaciones en la longitud de los cromosomas, aunque no significativas estadísticamente (Michel-López 2009).



**Figura 3.** El cultivo y usos de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) como parte de los huertos familiares. Foto: Arnoldo Michel-Rosales.

La amplia distribución geográfica de la pitahaya, su adaptación a climas tropicales y subtropicales, así como a suelos pobres y someros con periodos breves de lluvia, y su gran aceptación en los mercados internacionales, hacen necesaria la conservación de su diversidad genética, ya que como planta útil representa una alternativa productiva viable para atenuar algunos problemas que enfrentan los productores rurales, principalmente los que viven en las zonas tropicales marginales del país. Se recomienda realizar estudios específicos de ecología y etnoecología para poder elaborar propuestas de aprovechamiento sustentable de la pitahaya y promover su conservación.

## Referencias


Arias, M.S. 1997. Distribución, grupos taxonómicos y formas de vida. En: *Suculentas mexicanas. Cactáceas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)/Centro Universitario de Ciencias Computacionales (CUCC). CVS Publicaciones, México, D.F., pp. 109-115.

Bravo-Hollis, H. 1978. *Las cactáceas de México. Vol. I*. UNAM. México.

Castillo, R., M. Livera y G.J. Márquez. 2005. Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya *Hylocereous undatus*. *Agrociencia* 39(2):183-194.

Michel-López, C. J. 2009. Caracterización citogenética de plantas nativas de pitahaya (*Hylocereus* spp.) del estado de Colima. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UCOL, México.

Michel-Rosales, A., J. Farías-Larios y C.E.A. Domínguez. 2006. *Técnicas de producción y manejo del cultivo de la pitahaya. Manual práctico para productores*. UCOL/Fundación Produce Colima/H. Ayuntamiento de Armería.

Nerd, A. y Y. Mizrahi. 1999. The effect of ripening stage on fruit quality after storage in yellow pitaya. *Postharvest Biology and Technology* 15(2):99-105.

# El pitayo (*Stenocereus queretaroensis*): una planta de importancia socioeconómica

Sebastián Lemus-Juárez

Martha I. Vergara-Santana

El pitayo pertenece a la familia botánica Cactaceae. Son plantas adaptadas a ambientes secos (xerófitas) y capaces de resistir periodos de sequía al acumular agua en sus tallos y raíces (suculentas). Son plantas arborescentes, de 5 a 8 m de alto, con forma de candelabro, tronco leñoso de color verde, a veces con tintes rojizos y una copa amplia de hasta 4 m de diámetro (Bravo-Hollis 1978) (figura 1). El género *Stenocereus* es de origen americano y comprende 24 especies distribuidas desde el sur de Estados Unidos hasta Perú y Venezuela, incluyendo Las Antillas. En México *Stenocereus* está representado por 21 especies, de las cuales 80.9% son endémicas (Hunt 1992), distribuidas en casi todo el territorio, con altas densidades al sur y sureste de la Faja Volcánica Transmexicana (Sánchez-Mejorada 1984).

En Colima las poblaciones silvestres de pitayo (*Stenocereus queretaroensis*) son componentes de la selva baja caducifolia, formación vegetal presente en las tierras bajas. En el valle de Colima las localidades más importantes con presencia de pitayo corresponden a las comunidades de: Las Guásimas, Acatitán, Los Ortices, Las Golondrinas y Piscila, en el municipio de Colima, donde la densidad varía de 10 a 40 árboles en producción por hectárea; aparentemente en el resto del estado sólo se encuentran árboles dispersos. La zona pitayera coincide con zonas de interés arqueológico y se encuentran asociadas de modo frecuente con distintas especies de nopal (*Opuntia* spp.), por lo que posiblemente sean plantas derivadas de antiguos huertos prehispánicos (Lemus *et al.* 1993).

Lemus-Juárez, S. y M.I. Vergara-Santana. 2016. El pitayo (*Stenocereus queretaroensis*): una planta de importancia socioeconómica. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 519-521.



**Figura 1.** Cactácea del género *Stenocereus* (*Stenocereus* sp.). Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo/ Banco de imágenes conabio.

En la entidad el pitayo tiene diversos usos: planta medicinal, de ornato, cerco vivo y fruto comestible. La fruta se consume principalmente fresca y algunas personas la maceran para preparar agua fresca; en otros estados también tiene uso ritual y es utilizada en la preparación de vino (Chavero 1967), harina (Clavijero 1975), mermelada, helados, cajeta y miel, obteniéndose también alcohol (Murguía 1989).

Con base en la estacionalidad de maduración de los frutos, los pitayeros clasifican a los árboles en tempranillos (del 15 de abril al 15 de junio), intermedios (de mayo a junio) y tardíos (de julio a agosto); por la facilidad del corte de los frutos y el desprendimiento del pericarpio y las espinas, los agrupan en suaves y duros; por su sabor en dulces y ácidos; por su color en rojo-púrpura, rojo-amarillo, rojo-anaranjado y rojo-rosa (figura 2); por su talla en chicos (de 4 a 4.5 cm de diámetro), medianos (de 5.5 a 6.5 cm) y grandes (mayores de 6.6 cm). Por otra parte, los pitayeros registran las pérdidas de pitayos, sobre todo aquellos con frutos grandes de color verde, morado y mamey, debido a que cada vez se destinan menos terrenos a su cultivo o cuidado. Se estima que en los últimos 20 años la superficie pitayera en el estado decreció en aproximadamente 90% (Lemus *et al.* 1993).

La recolección de frutos frescos tiene gran importancia económica y social para las comunidades que la practican; para ello dividen el área pitayera en corrilleras o espacios de recolección personal, que coinciden o no con la propiedad de la tierra (situación que representa puntos de conflictos potenciales). La fruta recolectada es vendida en las mismas comunidades, en las calles y en los mercados de los municipios de Colima, Villa de Álvarez, Tecomán y Manzanillo. La producción estatal es insuficiente para cubrir la demanda interna, por lo cual ingresa fruta proveniente de Jalisco.

Al carecer de reconocimiento explícito y de protección oficial como árbol de importancia forestal, es frecuente observar la disminución de pitayos en las comunidades pitayeras. Esta disminución se incrementa por la expansión de la frontera agrícola y los problemas derivados de la contradicción entre el derecho de recolección y el derecho de propiedad de la tierra. Los cambios de uso del suelo, el sobrepastoreo y los incendios forestales son otros factores que determinan la disminución de las poblaciones de pitayas; como ejemplo se reporta la desaparición de poblaciones de pitayo de las comuni-



**Figura** 2. Fruto del pitayo (*Stenocereus pruinosus*). Foto: Oswaldo Téllez Valdés/ Banco de imágenes CONABIO.

dades de Agua Dulce (municipio de Villa de Álvarez) e Ixtlahuacán (municipio de Ixtlahuacán). Considerando su importancia socioeconómica, derivada de la recolección y consumo de sus frutos, así como la existencia de condiciones ecológicas favorables para su reproducción en Colima, es urgente recuperar y caracterizar la diversidad genética de estas formas de pitayos, especialmente de los árboles con mejores frutas, durante los tres periodos de maduración. La selección de fenotipos sobresalientes ha servido para generar las actuales variedades cultivadas en otros estados (Pimienta 1999). Es necesario un programa de desarrollo frutícola coordinado entre autoridades, pitayeros y propietarios de la tierra.

## Referencias


Bravo-Hollis, H. 1978. *Las cactáceas de México*. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

Chavero, A. 1967. *México a través de los siglos*. Tomo I. 6a ed. Editorial Cumbre. México, D.F.

Clavijero, F.J. 1975. *Historia de la Antigua o Baja California*. 2a ed. Porrúa. México, D.F.

Hunt, D. 1992. *Cactaceae checklist. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)*. Royal Botanic Gardens. Kew. Londres.

Lemus, S., M. Vergara, C. Bonilla, *et al.* 1993. *Las pitayas de Colima*. Universidad de Colima (UCOL). Dirección General de Publicaciones. México.

Murguía, F. 1989. *La provincia de Ávalos*. 2a ed. Gobierno del Estado de Jalisco. Guadalajara, México.

Pimienta, E. 1999. *El pitayo en Jalisco y especies afines en México*. Universidad de Guadalajara (UDG)/ Fundación PRODUCE Jalisco. Guadalajara, México.

Sánchez-Mejorada, H. 1984. Origen, distribución y taxonomía de las pitayas en México. En: *Simposium. Aprovechamiento del pitayo*. Oaxaca, México. México, pp. 6-21.

# Las gallinas mestizas cuello desnudo

Carlos Enrique Izquierdo Espinal

La especie *Gallus gallus*, conocida como gallina doméstica, es originaria de Asia, de donde se propagó a todo el mundo. Los restos más antiguos encontrados datan del año 5 400 a. C. en China (Mason 1984, West y Chow 1989). La excepción es la gallina Araucana, de la cual existen dudas acerca de su existencia precolombina.

Las gallinas domésticas arribaron a Latinoamérica procedentes de Europa durante los tres siglos de colonización ibérica (Crawford 1990). Sin embargo, se considera que durante dicho periodo colonial también llegaron a los estados de la costa del Pacífico centro y sur de México (Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca) gallinas domésticas procedentes de China y Filipinas. Las gallinas de origen asiático se caracterizan por la presencia de algunos fenotipos, entre ellos el cuello desnudo que se muestra con mayor frecuencia en razas y poblaciones avícolas originarias de aquel continente. Este arribo debió ser facilitado por el comercio que los españoles tuvieron con dichas naciones, probablemente como sobrantes del abastecimiento de aves vivas que llevaba el galeón de Manila en su regreso a América (Izquierdo 1994).

Entre las poblaciones avícolas mestizas del estado, generalmente asociadas a productores de bajos ingresos, se encuentra ampliamente difundido el fenotipo cuello desnudo, mejor conocido como buche pelón (Izquierdo 1994) (figura 1).



Izquierdo, E.C. 2016. Las gallinas mestizas cuello desnudo. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 522-524.



**Figura 1.** Gallina mestiza de cuello desnudo, común en los traspatios de algunos pueblos. Foto: Carlos Enrique Izquierdo Espinal.

El fenotipo del cuello desnudo se debe a la expresión del gen no sexual (autosómico), ni dominante ni recesivo (dominante incompleto), "Na" cuello desnudo o *naked neck* (Merat 1990). El gen cuello desnudo está distribuido en poblaciones locales de varios países, siendo un rasgo característico de muy pocas razas. Las gallinas *naked neck*, de Transilvania y Hungría, y la gallina francesa *Cou nu du Forez*, son las únicas poblaciones europeas reconocidas. Así mismo, el gen cuello desnudo se encuentra ampliamente difundido en poblaciones avícolas locales que no han sido mejoradas genéticamente, asociadas a productores de bajos recursos económicos en países tropicales como México, Brasil, Egipto, Togo, Costa de Marfil, Madagascar, Ghana, Somalia, Zaire, India, Bangladesh, Malasia, Indonesia, Filipinas y en las islas del Caribe (Crawford 1990, Bay-Patersen *et al.* 1991).

Actualmente existen razas de gallinas mejoradas a las que se han introducido las características genéticas del gen cuello desnudo, con el fin de aprovechar los efectos productivos asociados a dicho gen, tal como los derivados de la tolerancia a temperaturas ambientales elevadas. Ejemplos de tales razas incluyen a las gallinas "Kabir Chicks" de Israel y "Cou nu" de Francia (Izquierdo 1994).

En la década de los noventa se realizaron una serie de trabajos de investigación encaminados a evidenciar si los efectos productivos asociados al gen cuello desnudo estaban presentes en las poblaciones mestizas de aves de Colima. Los resultados de estos trabajos fueron reportados a la FAO para su incorporación en el sistema de recursos genéticos de animales domésticos DAD–IS (Sistema de Información sobre Diversidad de Animales Domésticos, por sus siglas en inglés).

La descripción de la población, conforme a algunas características fenotípicas, es la siguiente: abundan con proporciones casi idénticas (30%) los individuos de plumajes rojizos, cafés y negros, 9% son de varios colores y sólo 1% son blancos. La piel es amarilla en 74% de los individuos y 26% la tienen blanca. 77% tiene la cresta sencilla y 23% roseta. Casi la mitad tienen cuello desnudo y el resto son completamente emplumados; además, 10% poseen plumaje rizado y 7% tienen patas emplumadas. El cascarón es color marrón. El peso vivo al año de edad muestra gran variabilidad, con promedio de 2.6 kg en machos y 1.7 kg en hembras (Izquierdo *et al.* 1994, Izquierdo *et al.* 1999, Scherf 2000).

En todos los municipios del estado se encontraron parvadas con individuos cuello desnudo, sin embargo, abundan más en los traspatios de poblados y rancherías de los municipios costeros, tales como: Manzanillo, Tecomán y Armería, así como en los municipios de Coquimatlán e Ixtlahuacán.

Desafortunadamente, en muchas localidades de la región estas poblaciones avícolas están desapareciendo al ser sustituidas con parvadas de razas comerciales, al amparo de instancias de fomento pecuario, estatal y federal, porque se considera que son aves improductivas. Sin embargo, este recurso genético avícola regional debe ser conservado, porque sin duda es el recurso genético que más se adapta a los sistemas de producción de baja tecnología y escasos insumos con que las familias campesinas en comunidades rurales y suburbanas producen carne de ave y huevo, ya sea para autoconsumo o para comercializar en mercados locales. Lo anterior se debe a las características ventajosas en climas tropicales asociadas al gen cuello desnudo, reportadas por diferentes investigadores: mayor tolerancia al calor, resistencia a enfermedades y menores necesidades nutricionales de proteína.

La mejor forma de conservar estas poblaciones avícolas es promover que se siga produciendo con ellas. Para ello es primordial que la academia veterinaria realice mayor difusión entre las instancias de fomento pecuario, así como entre los productores y las familias campesinas, acerca de las ventajas que aporta el gen cuello desnudo para la producción en clima tropical. Ello deberá ser secundado por un esfuerzo de mejoramiento genético que aproveche la amplia diversidad genética existente en las poblaciones mestizas.

## Referencias


Bay-Patersen, J., M.C. Wu y M.R. de Guzmán. 1991. *Catalogue of the native poultry of southeast Asia*. Vol. 24. Food and Fertilizer Technology Centre (FFTC) for the Asia and Pacific region (ASPAC)/Taiwan Livestock Research Institute (TLRI). Taiwán.

Crawford, R.D. 1990. Poultry genetic resources: evolution, diversity and conservation. En: *Poultry Breeding and Genetics*. R.D. Crawford (ed.). Elsevier. Ámsterdam. Países Bajos, pp. 43-60.

Izquierdo, C. 1994. *Crecimiento y posturas de gallinas criollas portadoras del gen cuello desnudo bajo condiciones de trópico seco*. Tesis de doctorado. Universidad de Colima (UCOL), Colima, México.

Izquierdo, C., J. Segura y G.F. Sánchez. 1999. Genotype and birth season on age at first egg and productive indicators of Criollo hens of Colima state. *Cuban Journal of Agricultural Sciences* 33(1):63-68.

Mason, L. 1984. *The evolution of domesticated animals*. Longman. Londres.

Merat, P. 1990. Pleiotropic and associated effects of major genes. En: *Poultry Breeding and Genetics*. R.D. Crawford (ed.). Elsevier, Ámsterdam, Países Bajos, pp. 429-467.

Scherf, B.D. 2000. *World watch list for domestic animal diversity. Food and Agriculture Organization* (FAO). Roma.

West, B. y B.S. Chow. 1989. Did chickens go north? New evidence for domestication. *World's Poultry Science Journal* 45:205-218.

# S6

## USOS DE LA BIODIVERSIDAD

Isla Clarión. Foto: Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C./Banco de imágenes CONABIO.



# Resumen ejecutivo

Oscar Báez-Montes

Uno de los principales servicios que recibe el hombre del ambiente y su diversidad son los servicios de provisión; en ese contexto la posición estratégica de Colima, en el litoral, presenta gran potencial para el aprovechamiento de recursos naturales a través de actividades como la pesca, cacería, silvicultura, apicultura y, recientemente, la conservación de los bosques. En esta sección se documentan diversas experiencias sobre el uso de la biodiversidad en el estado.

Para el caso de la pesca se incluyen datos que indican que en el estado contribuye con 1.7% de la producción nacional. Ocho grupos de peces representan 80% de la captura: huachinangos, pargos, cabrillas, sierras, jureles, lisas, mojarras y roncos. La pesca del atún ocupa el tercer lugar a nivel nacional y el calamar el cuarto sitio. En la laguna de Cuyutlán se realizan actividades pesqueras en sociedades cooperativas y por permisionarios, organizaciones que han mostrado una tendencia a la baja en los últimos 30 años, situación relacionada con la degradación paulatina que ha mostrado este importante ecosistema. Se discute entonces la necesidad de apuntalar acciones de regulación y aplicación de normatividad para controlar el esfuerzo pesquero, además de promover una mejor organización en la comercialización de la producción, lo que incrementaría los ingresos derivados de esta actividad.

Otra práctica con gran potencial es la acuicultura, la cual se realiza tanto en los municipios costeros como en Cuauhtémoc y Coquimatlán. Habi-

Báez-Montes, O. 2016. Resumen ejecutivo de Usos de la Biodiversidad. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 527-528.

tualmente se cultivan especies como camarón, tilapia (especie exótica), bagre y rana, sin embargo, se han identificado hasta 18 especies nativas potenciales que podrían diversificar la oferta comercial, en estos y otros sistemas lagunares de la entidad. Se menciona que una de las acciones necesarias para fortalecer la acuicultura es la capacitación, lo que llevaría a mejorar las técnicas de cultivo y el manejo de enfermedades.

Por su parte, la cacería de subsistencia se realiza en poblaciones rurales en situación de pobreza y marginación. Aquí se documenta la que se realiza en Cerro Grande, ubicado en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Ese uso de la fauna silvestre se realiza principalmente como alimento, en poblaciones marginadas donde las opciones de aporte de proteínas son bajas y el núcleo familiar grande; otros usos incluyen el medicinal, como mascota y ornato. Además del autoconsumo, la cacería se emplea para generar lazos o vínculos sociales y se ha identificado que algunas especies utilizadas para cacería han disminuido sus poblaciones en las últimas décadas, aunque otras han incrementado. Se reconoce que los pobladores dedicados a esta actividad tienen un conocimiento de aspectos ecológicos y biología de la especie, sin embargo, hay que establecer acuerdos de uso y aprovechamiento de la fauna dentro de los ejidos, que sean complementarias y acordes a la conservación de la vida silvestre.

Otra actividad importante, la apicultura, aprovecha la flora de Colima. En esta sección se documenta que en los 10 municipios del estado hay 311 especies de plantas con potencial vinculado a la producción de miel; la mayoría son nectaríferas o nectaríferas-poliníferas; principalmente son árboles y arbustos de 11 familias, donde las leguminosas y compuestas tienen mayor proporción de especies melíferas. Se pueden distinguir regiones melíferas que concuerdan con los tipos de vegetación de la zona, de donde es obtenida miel de una gran calidad y considerada para exportación; ese potencial debe impulsarse con capacitación, tecnología, financiamiento y conocimiento de los tiempos de floración de las especies.

La riqueza florística es la base de los recursos forestales no maderables que aprovechan los pobladores de más de 150 especies silvestres, como medicina, alimento y combustible en Cerro Grande. En esta sección se documenta el uso del heno, para su venta en la época navideña; el otate, que se utiliza como material de construcción, tutor de cultivos agrícolas o mango de escobas, y la tila o trompillo, que se usa como medicinal. Se reconoce que existen limitantes para estas actividades, como las derivadas de los riesgos de su extracción, así como de la comercialización, a pesar de ello es una fuente de ingresos para familias de escasos recursos.

Finalmente, se presentan algunas de las experiencias sobre el novedoso mecanismo de pago de servicios ambientales (PSA) en Cerro Gordo, sistema que tiene como objetivo garantizar la provisión de agua para la capital del estado y de Villa de Álvarez, por medio de la conservación de los bosques. El PSA se realiza a través de un mecanismo participativo donde usuarios y representantes de las comunidades establecen acuerdos para la conservación de los recursos, experiencia que puede servir como ejemplo para replicarse en otras regiones del país.

# Actividad acuícola y pesquera

Manuel Patiño-Barragán

Elaine Espino-Barr

## Introducción

El estado cuenta con 157 km de litoral, 641 km² de mar continental, 8 350 ha de lagunas litorales y 3 000 ha de suelos aptos para la acuicultura. Además, tiene una localización geográfica con un área de influencia que cubre 16 estados de la República Mexicana y una ubicación estratégica en comercio internacional hacia el Pacífico; sin embargo, la acuicultura y la pesca no se han aprovechado eficientemente. Si bien en el estado la acuicultura y la pesca han mostrado un incremento en los últimos 15 años, existe gran potencial de desarrollo que no ha sido aprovechado de modo eficiente, como ocurre con la captura de atún, calamar y el cultivo de camarón.

## Acuicultura

Como resultado del incremento de la demanda mundial de productos acuáticos y el agotamiento progresivo de muchas pesquerías, la acuicultura ha tenido un rápido desarrollo en las últimas décadas. En México la acuicultura no ha logrado el desarrollo alcanzado en otros países, a pesar de contar con condiciones ambientales adecuadas para el cultivo de una amplia variedad de especies marinas y dulceacuícolas. Los problemas de organización, financiamiento e infraestructura son los principales factores que han dificultado el desarrollo óptimo de la acuicultura en México (fao 1984).

Patiño-Barragán, M. y E. Espino-Barr. 2016. Actividad acuícola y pesquera. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 529-541.



**Figura 1.** Tilapa *(Oreochromis* sp.) cultivada en las granjas acuícolas. Foto: Adalberto Ríos Szalay/Banco de imágenes conabio.



**Figura 2**. Camarones de agua dulce *(Litopenaeus vannamei)* cultivados en las granjas acuícolas. Foto: Diana Kennedy/Banco de imágenes conabio.

Desde 1973, los estudios básicos de los ecosistemas lagunares de Colima proporcionaron las bases científicas y técnicas para el inicio formal de la acuicultura. Así, en los últimos años se han desarrollado técnicas que han hecho posible el cultivo en agua dulce de: tilapia (*Oreochromis mosambicus* y *O. niloticus* variedad Stirling) (figura 1), y camarón de agua dulce (*Litopenaeus vannamei*) (figura 2), lo cual ha incrementado el número de granjas acuícolas con producciones cada vez más eficientes. La producción acuícola de Colima, en 2003, se calculó en 1 180.76 toneladas y en 2007 ascendió a 1 500 (Asociación de Acuacultores de Colima com. pers.); sin embargo, se considera que el desarrollo de la actividad aún se encuentra en una fase inicial.

En la actualidad, la acuicultura se realiza principalmente en los municipios de Coquimatlán, Cuauhtémoc, Tecomán y Manzanillo. 90% de las granjas utilizan terrenos agrícolas y el resto se realiza en lagunas, cubriendo una superficie total de 170 ha, con un periodo de operación de dos a 16 años (Patiño *et al.* 2008). Generalmente se utilizan estanques rústicos de media, una y dos ha, con 1 m de profundidad. El agua se obtiene de diversas fuentes como pozos, manantiales, presas, ojos de agua y en menor medida se utiliza agua salobre o salada.

Aproximadamente 41% de las granjas cultivan camarón, 37% alguna de las dos especies de tilapia y 18% produce ambas especies. En menor proporción se cultiva el bagre (*Ictalurus punctatus*) y sólo una granja produce rana (*Rana catesbeiana*) (Patiño *et al.* 2008) (apéndice 1).

## Cultivo de tilapia

En el municipio de Coquimatlán se ubica la mayor cantidad de granjas dedicadas al cultivo de tilapia (Patiño *et al.* 2008). El promedio de salinidad es cercano a cero, debido a que todas las granjas operan con agua dulce, excepto una. La densidad de cultivo (individuos/$m^2$) tiene un intervalo de variación muy amplio, ya que en algunas granjas se siembran de tres a cuatro individuos/$m^2$ y en otras se practican siembras de 35 individuos/$m^2$. El periodo normal para la cosecha de tilapia es de seis a ocho meses

y los organismos alcanzan un peso promedio de 500 gramos. La eficiencia de cultivo en la producción de tilapia presenta un amplio intervalo de valores que van de cuatro a 23 t/ha, con un promedio de 16.3 t/ha. El acuicultor que más produce alcanza 350 t anuales, mientras que la menor producción equivale a 6.5 t. El promedio de venta, en el 2008, era de 27 pesos/kg de tilapia, mientras que el costo de producción por kilo producido revela que la utilidad promedio es de 56% (Patiño *et al.* 2008) (cuadro 1).

## Cultivo de camarón

De acuerdo con Patiño *et al.* (2008), el mayor porcentaje de granjas donde se cultiva camarón se ubica en el valle de Tecomán. En la mayoría de las granjas el suministro de agua proviene de la laguna de Amela, localizada en la parte sur del municipio de Tecomán. El cultivo de camarón de agua dulce involucra un promedio de dos cosechas por año y el periodo de cultivo varía según la estación. Debido a que la variación de la temperatura entre invierno y verano es de 8 °C, en el verano se alcanza el peso comercial en tres meses, mientras que en el invierno se necesitan cinco meses para obtenerlo. El cultivo que se practica es semiintensivo, ya que la densidad de siembra varía de 30 a 60 individuos/m$^2$, con un promedio de 37 individuos/m$^2$ y una supervivencia de 60%. Sin embargo, casi 40% de las granjas tienen problemas debido a las bajas concentraciones de oxígeno al final del cultivo o en periodos de lluvias. El peso promedio de cosecha del camarón es de 14 g y la eficiencia de cultivo varía de 2 a 5 t/ha, con un promedio de 4.3 t/ha. La granja de camarón más grande del estado produce 303.68 t anuales, en tanto que la más pequeña produce 8.8 t. El promedio de venta es de 57 pesos/kg y los indicadores económicos muestran que la utilidad promedio es de 55% (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Indicadores económicos de las granjas de tilapia y camarón en el estado (promedios). Costos en pesos. Fuente: Patiño *et al.* (2008).

| | Tilapia | Camarón |
|---|---|---|
| Producción (kg/hora/hombre) | 22.8 | 22.8 |
| Costo de producción ($/hora/hombre) | 614.5 | 1 297.3 |
| Producción por kg de alimento (kg) | 0.76 | 0.75 |
| Valor de la producción por kg de alimento ($) | 20.5 | 42.8 |
| Tiempo de trabajo por kg producido (hr) | 0.04 | 0.04 |
| Alimento proporcionado por kg producido | 1.31 | 1.33 |
| Costo del alimento por kg producido ($) | 7.40 | 10.33 |
| Costo de producción por kg producido ($) | 11.82 | 25.51 |
| Porcentaje de recuperación en los costos de operación (%) | 77 | 70 |
| Producción en t/ha | 16.3 | 4.3 |

Dólar = $11.0 pesos

## Especies potenciales

Algunas especies que pueden utilizarse en prácticas de acuicultura en el estado son: huachinango *(Lutjanus peru),* erizo *(Diadema mexicanum),* lenguado *(Paralichthys californicus* e *Hippoglossina stomata),* dorado *(Coryphaena hippurus),* cocodrilo *(Crocodylus acutus),* ostión *(Crassostrea iridiscens* y *C. gigas),* mejillón *(Mytilus* sp.), callo de hacha *(Atrina tuberculosa),* langosta *(Panulirus inflatus),* langostino de río *(Macrobrachium americanum* y *M. tenellum),* jaiba *(Callinectes arcuatus),* jurel *(Caranx caninus),* robalo *(Centropomus nigrescens),* además de artemia *(Artemia salina),* rotíferos, microalgas marinas y de agua dulce, entre otras.

## Problemática

La actividad acuícola produce aproximadamente 260 empleos en el estado, de los cuales 80% corresponde a personas de bajos recursos. Considerando un promedio de seis miembros por familia, se tendría que 1 560 personas dependen directamente de la acuicultura. Estas cifras son un indicativo de lo incipiente de la acuicultura en Colima, actividad que contribuye sólo con 0.6% de la producción nacional (Patiño *et al.* 2008).

El desarrollo de la acuicultura en el estado enfrenta varios problemas, entre los que se encuentran: el poco control de depredadores; la incorrecta aplicación de las técnicas de cultivo; la incidencia de parásitos y enfermedades; la escasez de apoyos de gobierno; la presión ejercida a causa de la normatividad referente al uso de suelo, permisos, licencias y tarifas industriales; así como elevados costos de servicios como la electricidad y el agua. Además, tanto la tilapia como el camarón se venden sin tener una garantía sanitaria.

Debido a que se han detectado errores en la aplicación de las técnicas de cultivo, se piensa que la capacitación del personal incrementaría las cosechas de los productores.

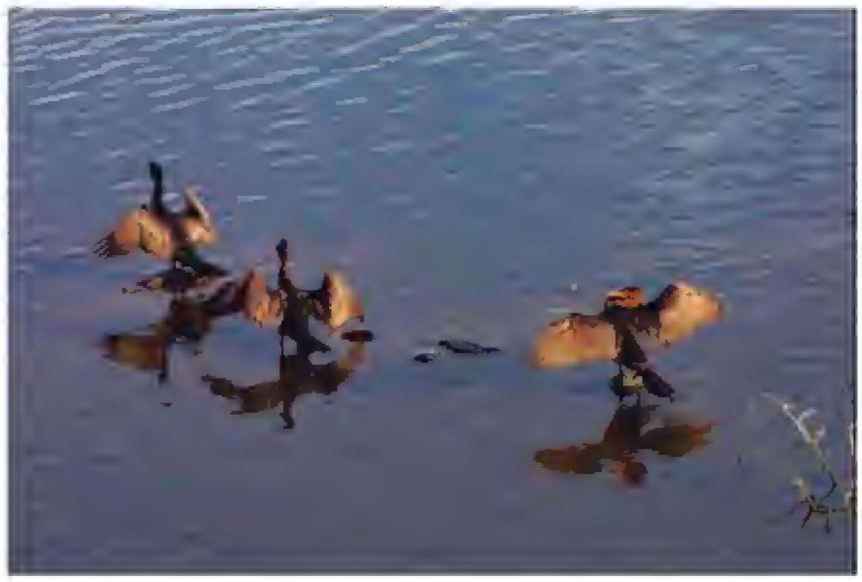


**Figura 3.** Cormorán o pato buzo *(Phalacrocorax olivaceus),* depredador que afecta la producción acuícola. Foto: Ortiz Lira H.



**Figura 4.** Cocodrilo *(Crocodylus acutus),* depredador que afecta la producción acuícola. Foto: Isaí Domínguez Guerrero/Banco de imágenes conabio.

Además de las enfermedades existen depredadores que afectan la producción de los acuicultores, como el cormorán o pato buzo (*Phalacrocorax olivaceus*) (figura 4), el cual está presente en casi

todas las granjas. Otros depredadores incluyen ranas, gaviotas, zanates, garzas, halconcillos, serpientes y cocodrilos. El caso de los cocodrilos (*Crocodylus acutus*) (figura 4) es especialmente importante ya que no solamente son los principales depredadores en las lagunas de Cuyutlán y Amela, sino que también ocasionan daños significativos a la infraestructura al destruir las jaulas de producción.

## Perspectivas de la acuicultura

Es importante resolver las dificultades que aquejan a la acuicultura en el estado para poder expandir y aprovechar las áreas con suelos aptos para esta actividad y en combinación con la agricultura. En las partes altas de la entidad (municipio de Minatitlán), existen condiciones climáticas óptimas para cultivar especies de elevado valor comercial, como la trucha (*Oncorhynchus mykiss*).

Por otra parte, de los 12 sistemas acuáticos más importantes del estado, incluidas las bahías de Manzanillo y Santiago (figura 5), solamente se realizan actividades acuícolas en la laguna de Amela, donde se produce tilapia. En la laguna de Cuyutlán, únicamente se manejan "tapos" o barreras para impedir que el camarón salga al mar, aunque informalmente también se han realizado encierros y trampas para peces, lo que ha traído beneficios para los pescadores involucrados. En la bahía de Santiago se han realizado algunas pruebas de cultivo en jaulas de pargos (*Lutjanus guttatus* y *L. peru*) y botete (*Sphoeroides annulatus*).

## Pesca

Para entender el contexto en el que se desarrolla la pesca en Colima es importante reconocer que esta actividad, en Latinoamérica, se divide en cuatro grandes grupos: 1) especies migratorias como los túnidos (atún); 2) pelágicos menores y asociados a surgencias como la sardina, macarela y anchoveta; 3) especies demersales o de fondo y 4) pesca costera o ribereña (apéndice 1).

Nuestro país ocupa el tercer sitio en Latinoamérica en cuanto al volumen de captura, mientras que a nivel internacional ocupó el décimo sexto lugar en 1998. Sin embargo, en los últimos años se ha registrado un bajo consumo per cápita de alimentos marinos en el país, ocupando el lugar 112 a nivel mundial (FAO 2004).

Las capturas en México están divididas en cuatro regiones pesqueras (cuadro 2). Destaca la pesca ribereña con 31.03% del volumen nacional (262 485 t), la cual en términos de valor económico representa 75.9% del total y alrededor de 80% de los empleos o jornales de la pesca directos, por lo que esta actividad posee una elevada importancia desde el punto de vista socioeconómico (Guzmán-Amaya y Fuentes-Castellanos 2006). Lo anterior se debe a que la pesca ribereña se caracteriza por capturar organismos acuáticos de un elevado valor en el mercado nacional y de exportación, como el abulón, la langosta y el camarón, entre otros.

Colima contribuye con 1.7% de la captura nacional y ocupa el primer lugar de la Región III (Contreras 2002). De 1989 a 2002 las capturas totales fluctuaron entre 7.5 mil (en 1989) y 41.3 mil t anuales (en 1997) (figura 6) con varia-

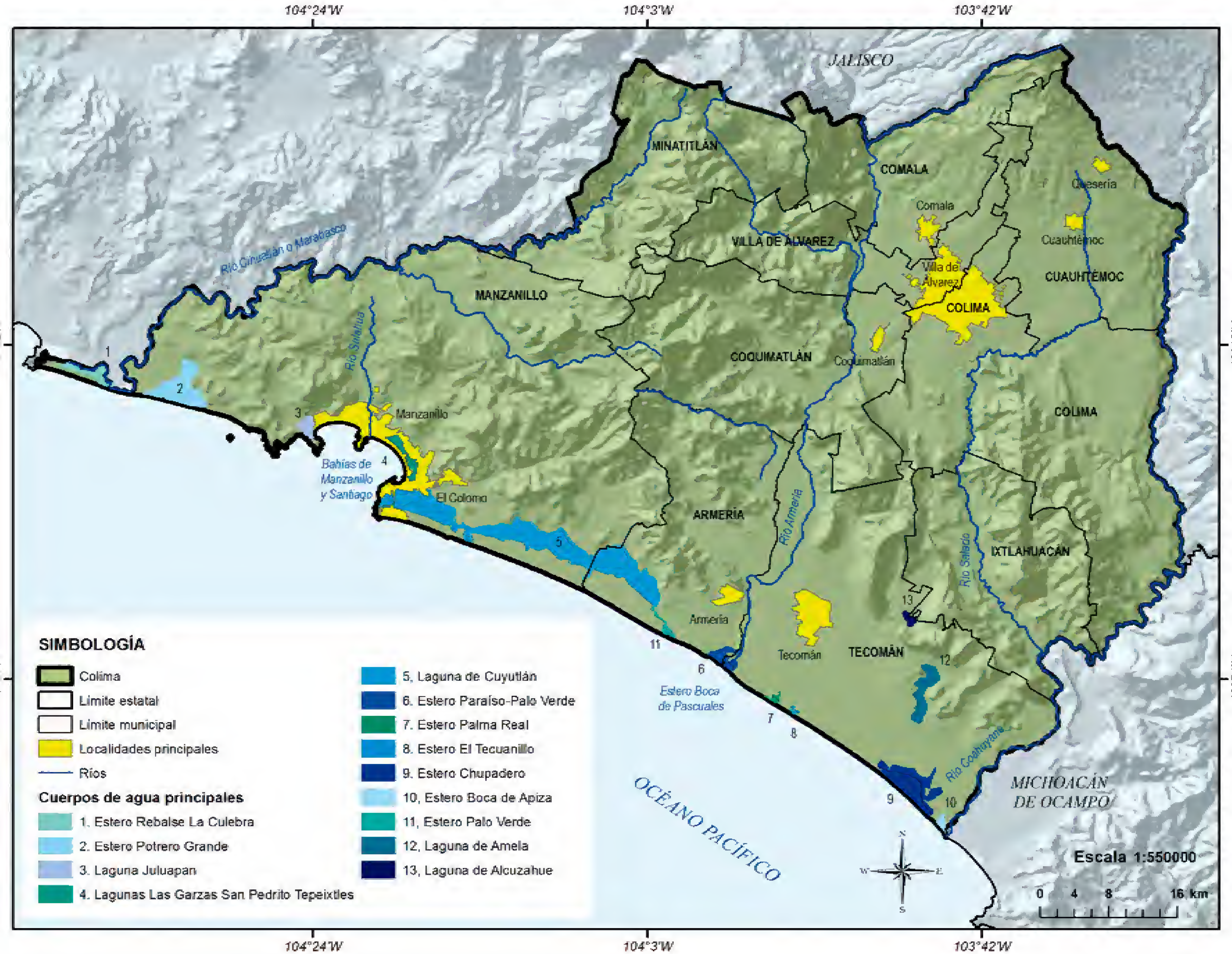



**Figura 5.** Cuerpos de agua más importantes. Fuente: INEGI 1995.

ciones en su tendencia de incremento debido probablemente al desarrollo de la acuicultura y los procesos de producción pesquera en el estado (SAGARPA 2003).

La pesca ribereña en el estado ha mostrado variaciones de producción muy marcadas en los últimos 27 años. La producción promedio anual ha sido de 1 550 t, con un máximo de 3 688 t en 1980 y un mínimo de 595 t en 1985 (figura 7). Las variaciones y cambios en la comunidad de peces que se capturan comercialmente en la costa de Colima se deben más a los cambios naturales ambientales que a la presión por pesca (Espino-Barr 2000). Las especies que componen hasta 80% de la captura son: huachinango, pargo, cabrilla, sierra, jurel, lisa, mojarra y ronco (apéndice 1), los cuales son capturados en

**Cuadro 2.** Producción anual en las regiones pesqueras del México. Fuente: elaboración propia con información de Guzmán-Amaya y Fuentes-Castellanos 2006.

| Región | t/ año promedio | Estados |
|---|---|---|
| I | 156 450 | Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa |
| II | 34 132 | Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche y Yucatán |
| III | 6 486 | Colima, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas |
| IV | 4 081 | Quintana Roo |




**Figura 6.** Captura pesquera (toneladas) del estado, durante el periodo 1989-2002. Fuente: estadísticas pesqueras de la Subdelegación de Pesca.

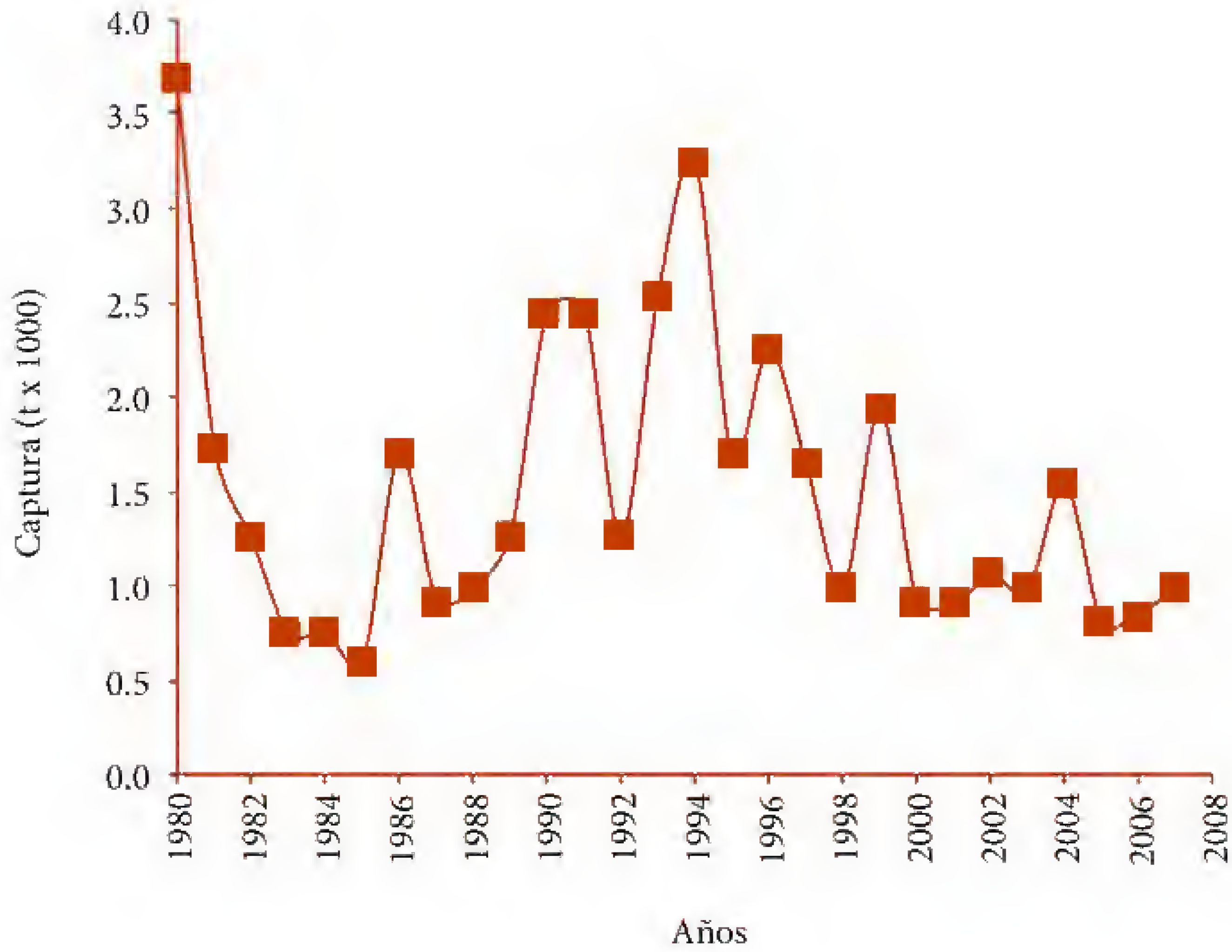



**Figura 7.** Captura de pesca ribereña durante el periodo 1980-2004. Fuente: estadísticas pesqueras de la Subdelegación de Pesca.

24 bajos o caladeros (sitios para calar las redes de pesca) de la plataforma continental de la costa de Colima (Macías-Zamora *et al.* 1985, Arriaga-Tapia *et al.* 1986). La plataforma continental tiene un área de 1 340 km$^2$, en la cual la isobata (curva o línea con la misma profundidad) de 200 brazas se encuentra al norte, a 9 km de la costa y a 24 km hacia el sur.

En los últimos años la pesquería migratoria ha crecido 40% debido al aumento de la captura de atún y calamar, las cuales ocupan el tercer y cuarto sitio a nivel nacional, respectivamente. Por otro lado, la captura de tiburón tiene gran tradición y en ocasiones va asociada a la captura de los "picudos"; se estima que se pueden capturar hasta 6 000 t anuales de tiburones, aunque son especies reservadas para la pesca deportiva (Macías-Zamora 1992). En cambio, la pesca de langosta está frecuentemente limitada a los escasos sitios de zonas rocosas, cuyo potencial de explotación de las poblaciones está reservado al archipiélago de Revillagigedo.

Cabe destacar que en los últimos años se ha fomentado, a nivel nacional, la industrialización de productos pesqueros como el enlatado de atún, calamar y pulpo, así como el empaque de filetes congelados y aglomerados. Esta industria que es fuente de divisas y de empleos directos ha experimentado un acelerado crecimiento en los últimos cinco años, alcanzando un incremento en su volumen de 91% (SAGARPA 2003).

## Pesca en la laguna de Cuyutlán

La pesquería ribereña, además de practicarse en el litoral costero de Colima, también se realiza en la laguna de Cuyutlán (Cabral-Solís y Espino-

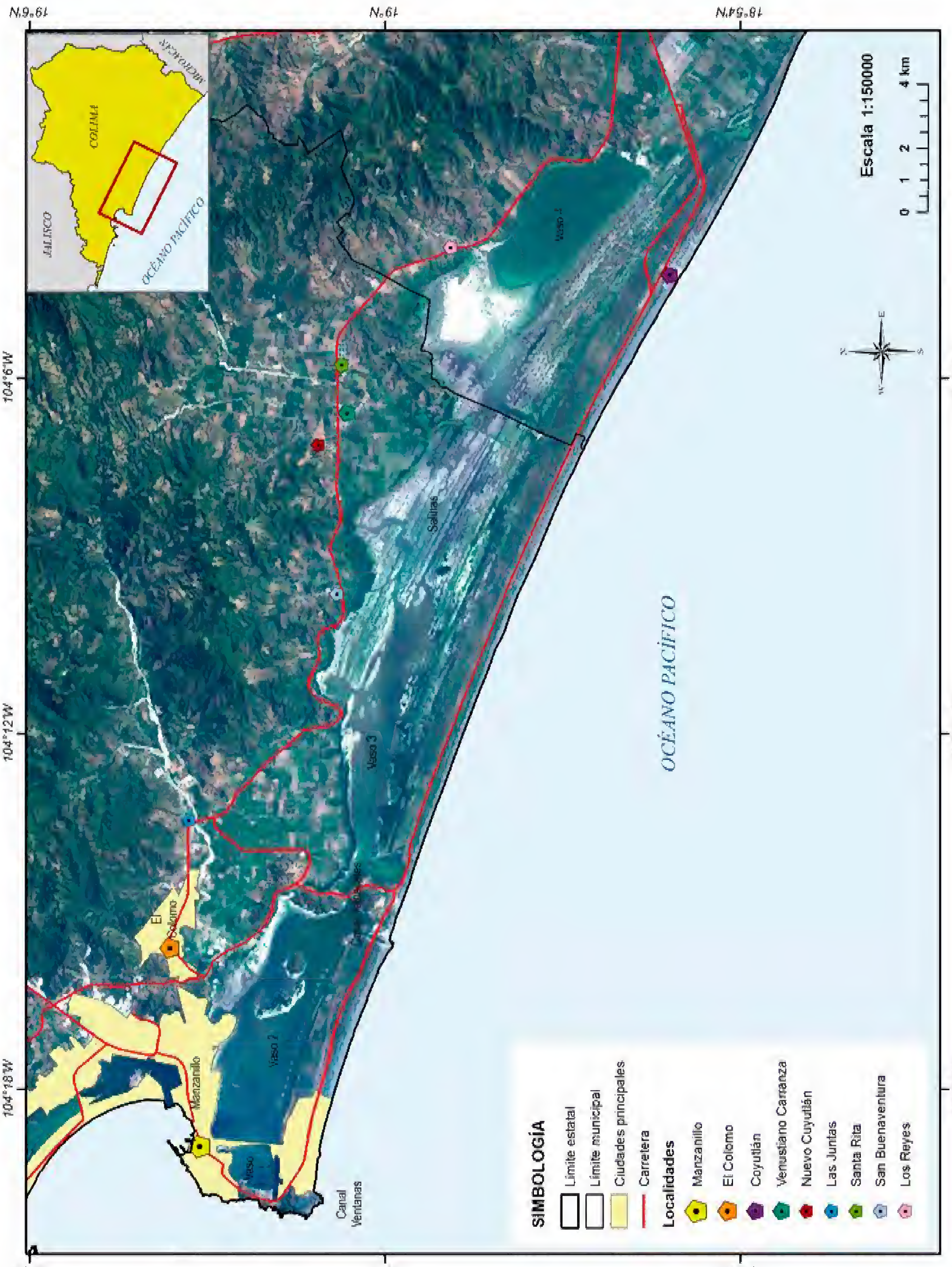



**FIGURA 8.** Mapa de la laguna de Cuyutlán. Fuente: Cabral-Solís *et al.* 2006.

Barr 2004). Esta laguna (figura 8) es uno de los cuerpos de agua salada más grandes de la costa del Pacífico y representa 92% de los sistemas lagunares del estado (Cabral-Solís y Espino-Barr 2004). Las capturas pesqueras importantes son efectuadas por 10 sociedades cooperativas, nueve permisionarios que agrupan a más de 300 socios y 86 embarcaciones menores (Oficina de Pesca com. pers.). Además de Manzanillo, la actividad pesquera se practica en otras comunidades rurales vecinas como: El Paraíso, Venustiano Carranza, El Colomo, Santa Rita y San Buenaventura.

Desafortunadamente la laguna de Cuyutlán ha sufrido una paulatina degradación, ocasionada por un aporte de agua limitado, contaminación por aguas negras y tasas de erosión y azolve elevadas, además de la disminución de la hidrodinámica de la laguna por diversas obras antropogénicas que han afectado el volumen de capturas pesqueras (figura 9).

En los últimos 30 años las capturas pesqueras muestran una tendencia decreciente, excepto en el periodo 1985-1990, en el que las capturas se incrementaron debido a la apertura del canal de Ventanas ocurrida en 1978. Las actividades humanas afectan a las poblaciones marinas y costeras, no solamente por los impactos directos de la pesca, sino también por los daños a los ecosistemas. Estos efectos son en ocasiones irreversibles y afectan el equilibrio y la biodiversidad del entorno.

La contaminación urbana, industrial y portuaria, así como los cambios en los usos del suelo y del paisaje, son los principales factores de cambio que afectan a los ecosistemas costeros (De Fontaubert *et al.* 1996).

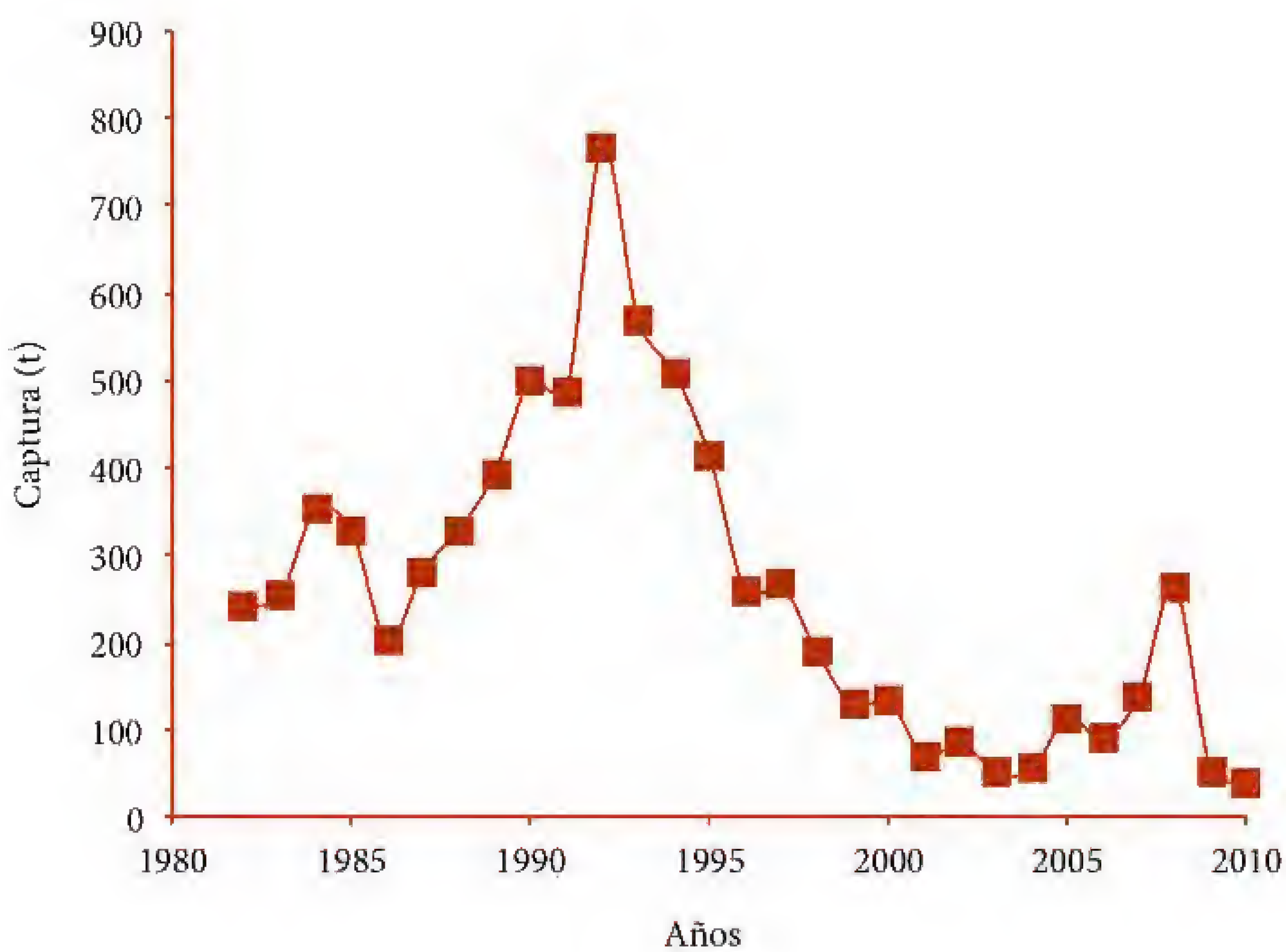



**Figura 9.** Captura pesquera en la laguna de Cuyutlán, periodo 1982-2010. Fuente: estadísticas pesqueras de la Subdelegación de Pesca.

## Género y trabajo pesquero

Los estudios sobre pesca en México indican que la pesca en el mar, con embarcación, es eminentemente una actividad masculina (Alcalá 1992). La pesca comercial en lagunas también es un trabajo exclusivo de hombres, aunque existen tradiciones femeninas de pesca que se practican en algunas lagunas como la de Cuyutlán (Gatti 1986).

Si bien la mayoría de las investigaciones resaltan el papel preponderante de las mujeres en el tejido, limpieza de las redes, transformación y comercialización del producto pesquero (Ortiz 2000); en las costas de Colima las actividades de las mujeres se refieren a la participación de las esposas e hijas de los pescadores, coadyuvando al mantenimiento de la unidad familiar y jugando un papel muy importante en situaciones conflictivas, tales como la ausencia de los hombres o el abuso que éstos hacen de las bebidas alcohólicas (Alcalá 1992).

## Dificultades de la pesca

Uno de los problemas que afectan a la pesquería es el incremento del esfuerzo pesquero. Una posible solución a lo anterior es la aplicación de vedas, sin embargo, a pesar de que se ha demostrado que la veda es un método adecuado de ordenación que favorece a la pesquería y protege a los organismos durante su periodo de crecimiento y reproducción (Barrera-Huerta 1976, Castro y Santiago 1976), éstas no se realizan en la entidad a causa de la falta de aplicación de la normatividad que regula la actividad pesquera. Sumado a lo anterior, la falta de organización orientada a la comercialización adecuada de la producción es uno de los puntos clave identificados como responsables de la falta de desarrollo, en las actividades de acuicultura y pesca en el estado (SAGARPA 2003).

## Perspectivas de la pesca

La actividad pesquera en el estado tiene un margen elevado de crecimiento, lo cual ha resuelto las dificultades que la aquejan, sin embargo, bien se podría expandir la actividad y aprovechar la extensión total del litoral, el mar continental y la superficie de las lagunas litorales. Además, es necesario implementar un programa de comercialización que beneficie a los pescadores, al proporcionar un valor agregado a los productos pesqueros mediante un procesamiento de calidad que permita colocarlos en mercados más competitivos, además de obtener diversos productos de alto valor comercial.

## Conclusiones

Hoy en día la acuicultura está experimentando un desarrollo espectacular en todo el mundo, constituyendo el sector de más rápido crecimiento dentro de la producción. Por otra parte, la acuicultura es una herramienta de apoyo a la pesca para el reabastecimiento de los mares y se ha constituido en el desarrollo de tecnologías para la producción de peces, crustáceos y moluscos.

Actualmente, todo hace pensar que dada la situación limitada de los recursos pesqueros y el incremento del consumo alimenticio de peces,

en todo el mundo será necesario un mayor desarrollo del sector de la acuicultura para satisfacer la demanda de productos marinos. Hasta ahora la acuicultura y la pesca no se han aprovechado eficientemente en el estado y su desarrollo contrasta con el potencial existente.

## Referencias


Alcalá, G. 1992. La ayuda mutua en las comunidades artesanales de México. *Anales de Antropología* 29(1):179-2013.

Arriaga-Tapia, E., A. García Boa, J.J. Valdez Flores, *et al.* 1986. *Manual práctico para el pescador ribereño.* Informe interno. Secretaría de Pesca y Acuacultura (SEPESCA)/Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA)/Centro Regional de Investigación de Pesca (CRIP-Manzanillo).

Barrera-Huerta, R. 1976. Algunos aspectos a considerar para la determinación de vedas, apertura y cierre de tapos y reglamentación de la luz de malla de atarrayas de pesca de camarón en las lagunas y marismas del estado de Oaxaca. México. Subsecretaría de Pesca/INAPESCA. *Memorias del Simposio Sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones* 1:124-130.

Cabral-Solís, E.G. y E. Espino Barr. 2004. Distribución y abundancia espacio-temporal de los peces en la laguna de Coyutlán, Colima, Mexico. *Oceánides* 19(1):19-27.

Cabral-Solís, E.G., E. Espino-Barr, M. Gallardo-Cabello y A.L. Ibáñez-Aguirre. 2006. Dinámica poblacional de la lisa, *Mugil curema* (Valenciennes 1836), en la laguna de Cuyutlán, Colima. En: M.C. Jiménez-Quiroz y E. Espino-Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán.* INAPESCA/Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), México, pp. 504-513.

Castro, M.R.G y V.R. Santiago. 1976. Veda experimental de camarón en las costas de Tamaulipas en 1974. Guayanas, Sonora, México. Subsecretaría de Pesca/INAPESCA. *Memorias del Simposio Sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones* 2:393-424.

Contreras, F.E. 2002. Importancia de la pesca ribereña en México. *ContactoS* 46:5-14.

De Fontaubert, A.C., D.R., Downes y T.S. Agardy. 1996. *Biodiversity in the seas: implementing the convention on biological diversity in marine and coastal habitats. International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Gland and Cambridge.

Espino-Barr, E. 2000. *Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México.* Tesis de doctorado, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Concepción (UDEC), Tecomán.

FAO. *Food and Agriculture Organization.* 1984. Estudio de metodologías para pronosticar el desarrollo de la acuicultura. FAO. *Documentos Técnicos de Pesca* (284):50.

———. 2004. El estado mundial de la pesca y la acuacultura. Departamento de Pesca de la FAO, Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.

Gatti, L.M. 1986. *Los pescadores de México: la vida en un lance.* Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS). México.

Guzmán-Amaya, P. y D. Fuentes-Castellanos (eds.). 2006. *Pesca, acuacultura e investigación en México.* Comisión de Pesca/Cámara de Diputados/Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA), México, D.F.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1995. *Estudio hidrológico del estado de Colima México.* Gobierno del Estado de Colima.

Macías-Zamora, R. 1992. *Relaciones entre la pesca deportiva y comercial del pez vela (Istiophorus pla-*

*typterus) en el Pacífico mexicano*. Tesis de maestría en ciencias, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), La Paz, Baja California Sur.

Macías-Zamora, R., H. Santana-Hernández y J.J. Valdez-Flores. 1985. Informe final del proyecto Prospección hidroacústica en el litoral del estado de Colima. Secretaría de Pesca y Acuacultura (SEPESCA)/INAPESCA/CRIP-Manzanillo, Colima.

Ortiz, C. 2000. *Pesca y deterioro ecológico en el lago de Chapala: el caso de la Palma, Michoacán, México*. Tesis de maestría en antropología social. Colegio de Michoacán (COLMICH)/Centro de Estudios Antropológicos (CEA).

Patiño-Barragán, M.M., A. Galicia-Pérez, J.H. Gaviño-Rodríguez, *et al*. 2008. Diagnóstico ambiental de la laguna de Cuytlán, Colima. En: *Ciudad, puerto y turismo: estrategias para una integración sustentable*. A.L. Quintanilla-Montoya y A. Iracheta-Conecorta (eds.). El Colegio Mexiquense (CMQ), México, pp. 45-56.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2003. *Anuario Estadístico de Pesca 2002*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca.

ESTUDIO DE CASO

# CACERÍA DE SUBSISTENCIA EN LA REGIÓN DE CERRO GRANDE, RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA DE MANANTLÁN

Víctor M. Sánchez Bernal

Blanca Lorena Figueroa-Rangel | Miguel Olvera-Vargas

## Introducción

La sierra de Manantlán se localiza en el suroeste de Jalisco y al norte del de Colima. En esta sierra se encuentra la región de Cerro Grande, un domo kárstico resultado del movimiento tectónico que emergió del periodo cuaternario, con una extensión de aproximadamente 40 km de largo (Machuca 2011).

En su parte superior se aprecia una meseta cubierta de bosque mesófilo de montaña, en donde predominan los pinos (*Pinus* spp.) y encinos (*Quercus* sp.), con una alta densidad de fauna silvestre. La flora vascular comprende más de 2 900 especies, con 981 géneros y 181 familias; además de 110 especies de mamíferos, 336 especies de aves, 85 especies de reptiles y anfibios, 16 especies de peces y 238 familias de insectos (IMECBIO 2000, SEMARNAT 2000, Tetreault y Hernández 2011). Estas características ecológicas, sumadas a otras, culturales y sociales, fueron las que impulsaron el decreto de la Sierra de Manantlán como reserva (RBSM) en 1987; más tarde fue incorporada al programa El Hombre y la Biosfera de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (MAB-UNESCO, por sus siglas en inglés).

De acuerdo con un estudio realizado por Tetreault (2009), a partir de los años setentas, los sistemas agropecuarios en la sierra de Manantlán fueron afectados por la introducción de agroquímicos, la eliminación de policultivos y la reducción de periodos de barbecho. Dichos cambios coincidieron con el incremento en la presión demográfica, el incremento en la introducción de ganado, la comercialización de algunas actividades agrícolas, el acaparamiento de la tierra por parte de caciques internos y la usurpación de recursos naturales por actores externos. Uno de los sistemas agropecuarios más afectados fue el de coamil (método ancestral basado en la siembra en terrazas sobre sitios inclinados) (Torres y Trápaga 1997). De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (INE 2000), la región de Cerro Grande estuvo sujeta a la explotación forestal por la empresa Colima Lumbre y Co., de 1917 a 1933. Los resultados ecológicos de estas acciones fueron: deforestación, erosión y agotamiento de los suelos, contaminación química de suelos y agua, así como la desaparición de diversas especies de fauna y flora. En cuanto a las consecuencias sociales, INEGI (2005) reportó que esta región tiene los más altos índices de marginación y pobreza de la entidad.

Sánchez, B.V.M., B.L. Figueroa-Rangel y M. Olvera-Vargas. 2016. Cacería de subsistencia en la región de Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 542-554.

A pesar de que se han elaborado propuestas para integrar a la población rural en los objetivos de las áreas naturales protegidas (ANP), se manifiestan problemas sociales que son ignorados. Asimismo, los pobladores locales tienen que responder a las políticas de estas áreas, dedicando tiempo, dinero y esfuerzo para organizarse (Chargoy 1985 y Sanvicente *et al.* 1996, Mackay 2002) y cumplir con la normatividad federal respecto a la cacería de subsistencia, no obstante que para las unidades domésticas es una actividad que complementa el sistema económico familiar y que constituye 85% de su alimentación, sobre todo la de aquellas familias que viven en extrema pobreza (Ajayi 1971, Nahmad *et al.* 1994, Álvarez-Icaza 1996, Weber 2000, Monroy *et al.* 2008, Zamorano 2008).

Se considera que si se resuelven los conflictos locales y regionales, con respecto a la cacería, se podría avanzar en gran medida hacia la conservación de los ecosistemas (Ezcurra y Gallina 1981, Gallina 1984, Galindo-Leal 1992, Halffter 1994, Gallina *et al.* 1998, Weber 2000, Cabarcas *et al.* 2006, Cabrera *et al.* 2007, Arroyo-Quiroz *et al.* 2008, Gallina *et al.* 2008).

El objetivo de esta investigación fue conocer y analizar las modalidades de aprovechamiento y uso de la fauna silvestre, a través de la cacería de subsistencia, de la población rural en la región de Cerro Grande, Reserva de Biosfera Sierra de Manantlán. Se implementó la metodología de Hernández (1970), Hernández Ramos (1977), Aguirre (1979) y Morán (2000), en la que se registra el uso de los recursos naturales con base en entrevistas acerca del conocimiento empírico de los campesinos, el cual nos permite comprender el funcionamiento en la organización social de los sistemas de producción.

## Usos de la fauna silvestre

El principal uso que tiene la fauna silvestre en la región de Cerro Grande es para alimento. Los cazadores identifican 12 especies, sin embargo consumen y prefieren la carne de venado, ardilla, jabalí, gallinita, armadillo, conejo y choncho (cuadro 1 y 2). En cambio, utilizan como mascotas a la ardilla y a los cervatillos de venado, estos últimos se mantienen amarrados con una soga, enjaulados o sueltos; por su parte el armadillo es usado con fines medicinales. Algunas pieles de tigrillo (*Leopardus wiedii*) se utilizan como adorno, colgadas en las paredes de las casas, pero la mayoría de los cazadores las tiran a las cavernas o dolinas por temor a ser delatados. También es común encontrar crías de ardilla y tejón, los cuales los niños amarran del cuello para pasearlos y con frecuencia venderlos a soldados, a un precio de 70 pesos. Es común que estos animales mueran de alguna enfermedad, por maltrato y por desconocimiento de su biología. De acuerdo con Clavijero (1968) una costumbre en la región de Cerro Grande, que data de la época prehispánica, es el uso de mayates del orden Coleoptera, familia Melolonthidae (*Cotinis mutabilis*). Ese es un pasatiempo que los niños tienen, ya que durante la temporada de lluvias los agarran para pegárselos a la ropa; otros niños los amarran con un hilo al protórax para volarlos. Ciertas especies son cazadas por considerarse plaga, entre esas especies se encuentran: tlacuache, jabalí, ardilla, tejón, zorra, zorrillo, techalote y puma. Las especies que los cazadores consideran dañinas para la agricultura son: ardilla, jabalí, tejón, conejo, tuza y tlacuache. Otras especies de fauna, como tlacuache y zorrillo, se cazan porque atacan a las aves de corral, pero el puma y coyote se cazan porque causan daño al ganado.

## Formas y fines de la cacería

En la región de Cerro Grande se observan diferentes formas de cacería, una para autoconsumo y la otra como vínculo sociopolítico al exterior del ejido; esta forma de cacería se presenta cuando algún personaje político acude a la región y se cazan venados para ofrecer la carne a través de diferentes platillos. Otra forma de cacería ocurre cuando alguno de los líderes consigue beneficios directos o indirectos para las comunidades. Se observa que otros factores que afectan la ocurrencia de la cacería, son los cambios estacionales, la situación socioeconómica de cada familia, el número de individuos por familia, la preferencia y gusto por la carne de las diferentes especies de fauna silvestre, el tiempo que se le pueda dedicar a la cacería, la edad, el género y el grado escolar, aspectos culturales y, finalmente, lo que el mercado determine.

La especies más utilizadas son: armadillos (*Dasypus* spp.), jabalíes (*Pecari tajacu*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y varias especies de aves, particularmente el choncho (*Penelope purpurascens*) (cuadro 1). No obstante que el tlacuache y la ardilla no son tan apreciados, su abundancia los hace importantes en la dieta local. Por otro lado, los felinos son cazados por considerarse los principales depredadores del ganado mayor y del doméstico, pero en esta región observamos que algunas familias consumen la carne de puma al igual que la carne de gavilán.

## Cacería familiar

El número de especies de fauna silvestre cazadas o capturadas por familia es un dato aproximado, ya que muy pocos de los entrevistados tuvieron disposición para informar sobre esta situación. Los cazadores de 40 y 50 años de edad, la mayoría ejidatarios, no saben leer o sólo cursaron el primer o segundo grado de primaria, y en promedio cada familia cuenta con ocho o nueve hijos y se emplean como albañiles, jornaleros o maquiladores de trabajos agrícolas, situación que genera mayor dependencia del recurso faunístico. En contraste, los cazadores avecindados tienen en promedio entre 25 años, tres hijos por familia y en su mayoría tienen nivel educativo de secundaria. Esta situación representa una menor dependencia del recurso fauna, tan sólo por el menor número de individuos por familia. Además, los cazadores se han familiarizado y vinculado con las instituciones que trabajan en la región y a pesar de las reglamentaciones y prohibiciones mencionan que no respetan vedas ni especies en peligro de extinción. Al contrario, prohibir sólo ha originado que los pobladores subutilicen algunos productos de las especies de fauna que cazan.

Un ejemplo de lo anterior se observó en una comunidad de Cerro Grande, donde al cazar un venado los cazadores evaden los caminos comunes y usan veredas o atajos para no ser encontrados ni por los mismos pobladores. Posiblemente esto sea un comportamiento para no ser señalados por no respetar vedas o corridas. Existen vacíos en la legislación sobre la cacería de subsistencia e información de las especies que son objeto de consumo a nivel local y regional, eso se muestra en los altos volúmenes de captura.

## Instrumentos utilizados para la cacería

En la región de Cerro Grande la cacería de subsistencia se realiza principalmente con arma de fuego y de forma esporádica se usan trampas o

**Cuadro 1.** Uso de las especies de fauna silvestre cazadas en la región de Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Fuente: elaboración propia según entrevistas descritas en el texto.

| Nombre común | Especie | Categoría | Alimento | Mascota | Ornato | Fines medicinales | Plaga |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **AVES** | | | | | | | |
| Codorniz | *Lophortyx douglasii* | | • | | | | |
| Choncho | *Penelope purpurascens* | A | • | | | | |
| Gallinita de monte | *Dendrortyx macroura* | A | • | | | | |
| Gavilán | *Accipiter sp.* | A | • | | | | |
| Paloma | *Columba fasciata* | Pr | • | | | | |
| **MAMÍFEROS** | | | | | | | |
| Ardilla | *Sciurus colliaei* | | • | • | | | S |
| Armadillo | *Dasypus novemcinctus* | | • | | | • | |
| Conejo | *Sylvilagus brasiliensis* | | • | | | | S |
| Coyote | *Canis latrans* | | | | | | G |
| Leoncillo | *Herpailurus yagouaroundi* | A | | | • | | |
| Pecarí | *Pecari tajacu* | | • | | | | S |
| Puma | *Puma concolor* | | • | | • | | G |
| Tejón | *Nasua narica* | | • | • | | | S |
| Tigrillo | *Leopardus wiedii* | P | | | • | | |
| Tlacuache | *Didelphis virginiana* | | • | | | | S, A |
| Tuza | *Pappogeomys bulleri* | Pr | | | | | S |
| Venado | *Odocoileus virginianus* | | • | • | | | |
| Zorra | *Urocyon cinereoargenteus* | | • | | • | | NE |
| Zorrillo | *Conepatus mesoleucus* | | | | | | A |

Fuente: elaboración propia a partir de entrevistas.

Nota: Las especies que están en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de peligro están señaladas de la siguiente forma: P = en peligro de extinción; A = amenazada; Pr = sujetas a protección especial.
La • señala el uso identificado. Las especies que se consideran plagas son señaladas con: S = cuando dañan a la siembra; A = dañan o consumen aves de corral; G = dañan o consumen ganado; NE = no se especifica el tipo de daño.

resorteras. La mayoría de los cazadores obtienen presas con rifle y pistola española de calibre 22. Algunos cazadores de 45 y 50 años utilizan resortera para capturar gallinita de monte (*Dendrortyx macroura*) y la tindorinda o codorniz de Douglas (*Lophortyx douglasii*). Sólo se observó a un ejidatario del rancho El Borrado con una trampa para tuzas instalada en su parcela.

Los métodos de cacería en Cerro Grande son similares a los utilizados en comunidades indígenas, como el rastreo por huellas, el uso de llamadas o reclamos para atraer a los animales, la cacería con perros y la quema de la vegetación.

El mayor porcentaje de las especies de fauna silvestre cazadas con arma de fuego son: venado cola blanca, 16.7%; armadillo, 14.5%; jabalí, 13.8%; ardilla y codorniz, 10.1%. Los porcentajes más bajos fueron para las especies capturadas con trampa: ardilla, jabalí y venado; mientras que las especies capturadas con resortera fueron: codorniz y gallinita de monte, que en conjunto no alcanzaron 5% de la caza. Particularmente las aves son capturadas por los niños con resorteras; sin embargo, hasta el momento no le dan ningún uso. Al respecto Parra-Lara (1986) cita que este comportamiento constituye una forma de iniciación en las prácticas de cacería, a manera de entrenamiento y afinación de la puntería, pero la eficiencia de la cacería depende, en mayor proporción, de la organización social y del conocimiento empírico que el cazador tiene sobre cuándo y dónde buscar fauna silvestre que de los instrumentos utilizados.

## Sitios o parajes de cacería

Los cazadores identifican 27 parajes de cacería, de los cuales prefieren cazar en cinco de ellos: Pozo Blanco, La Antena, Rancho de Erasmo, Pozo Hondo y La Escondida (figura 1). Los cazadores manifiestan que prefieren estos sitios o parajes lejanos, porque los lugares cercanos a la población, de donde obtenían fauna silvestre, están alterados, por lo que deben caminar mayor distancia para encontrar la fauna. Otra razón es que entre los cazadores existe una especialización y gusto por cazar especies de fauna silvestre como jabalí, ardilla, gallinita, codorniz, paloma y venado cola blanca.

Es relevante mencionar que tres parajes de cacería se encuentran dentro del ejido Toxin, en áreas donde existen conflictos agrarios entre ejidos; esta situación ha ocasionado serios conflictos con la cacería ya que los comuneros mencionan que no se respetan los límites entre las mojoneras que delimitan a cada ejido.

## Disminución de especies de fauna silvestre

Los cazadores reportan que 11 de 18 especies de aves y mamíferos han disminuido en un periodo de dos décadas (cuadro 1). Consideran que las especies que han reducido son: ardilla (*Sciurus* sp.), armadillo (*Dasypus novemcinctus*), conejo (*Sylvilagus brasiliensis*), gallinita (*Dendrortyx macroura*), tigrillo (*Leopardus wiedii)* y paloma (*Columba fasciata*).

En tanto las especies que se han incrementado son: zorra (*Urocyon cinereoargenteus*), zorrillo (*Conepatus mesoleucus),* leoncillo (*Felis yagouaroundi*), coyote (*Canis latrans*), jabalí (*Pecari tajacu*), tejón (*Nasua narica*) y venado (*Odocoileus virginianus*).

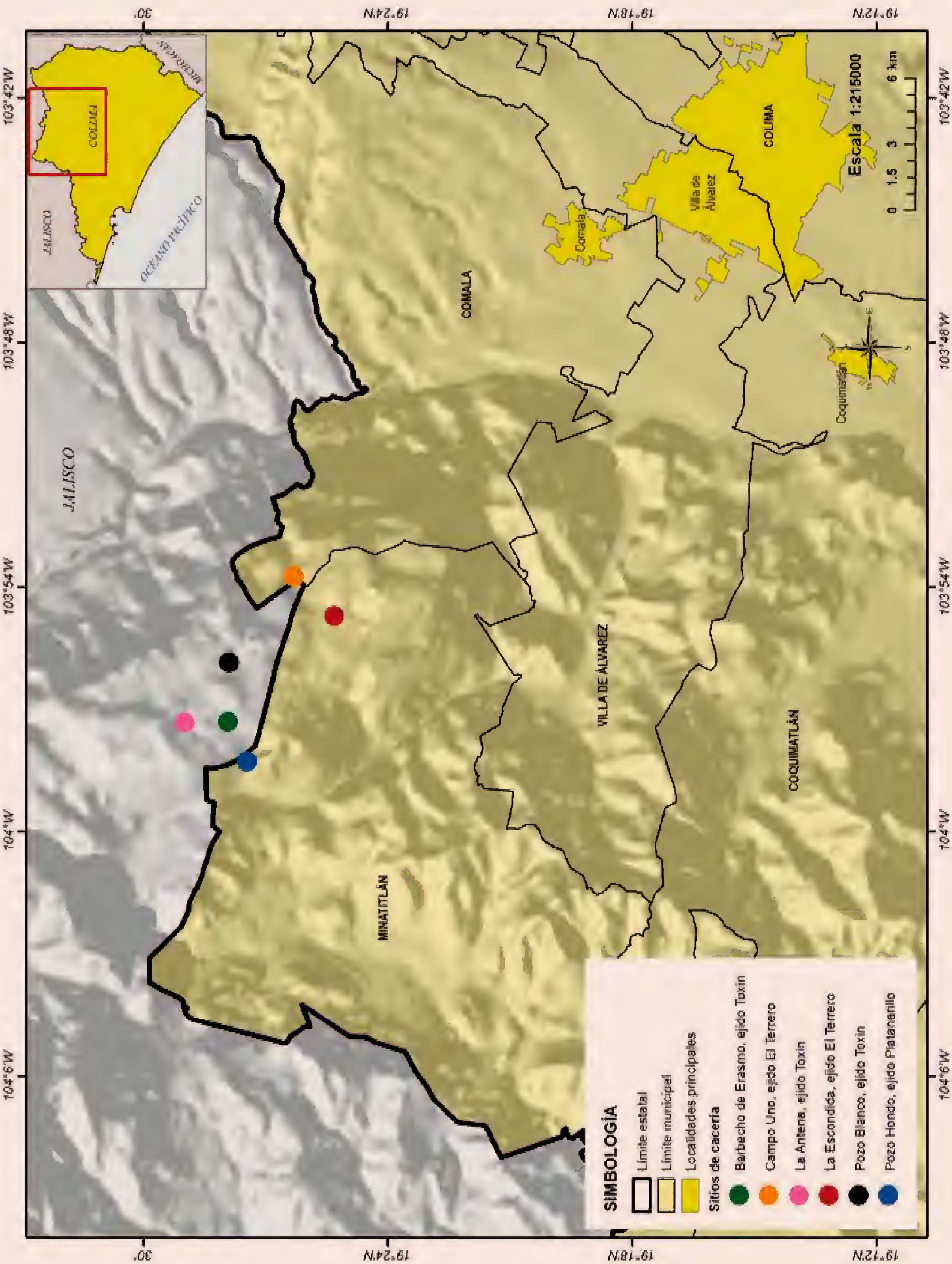



**Figura 1.** Sitios de cacería en Cerro Grande. Fuente: elaboración propia.

## Especies de fauna silvestre consideradas estacionales por los cazadores

Para determinar si existe un patrón estacional de cacería en la región de Cerro Grande se apoyó en reportes de avistamientos de los cazadores y en un climograma realizado por Olvera (1997), quien considera dos periodos estacionales para la región: un periodo de secas o estiaje que comprende los meses de diciembre a mayo, y un periodo de lluvias que incluye los meses de junio a noviembre (cuadro 2).

Un 73% de los cazadores observaron al venado cola blanca (*O. virginianus*) durante todo el año, mientras que 15.4% solamente lo observó en la temporada de lluvias. 34.6% de los cazadores observaron armadillo (*D. novemcinctus*) durante todo el año y 26.9% solamente en el periodo de secas. En el caso del jabalí (*Pecari tajacu*), 46.2% de los cazadores lo observaron solamente en la temporada de lluvias y 26.9% durante todo el año; en cambio, 57% de los cazadores observó a la ardilla (*Sciurus* sp.) durante todo el año.

En un estudio fenológico sobre encinos de la región de Cerro Grande, Olvera (2006) encontró que el periodo máximo de producción de bellotas de cuatro especies de encino ocurre durante la estación de estiaje. Este fenómeno coincide con una de las estrategias que los cazadores de Cerro Grande aplican durante la temporada de secas para cazar venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), cuando la carencia de agua en la

**Cuadro 2.** Frecuencia de los periodos en los cuales los cazadores consideran que la fauna silvestre ha disminuido. Fuente: datos de trabajo de campo obtenidos en Cerro Grande.

| Especie | Periodos en años | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 a 10 | 11 a 20 | 21 a 30 | 31 a 40 |
| Ardilla | 2.9 | 3.6 | 0 | 0 |
| Armadillo | 5.1 | 2.2 | 0 | 0 |
| Conejo | 0 | 0 | 0.7 | 0 |
| Coyote | 0.7 | 0.7 | 2.2 | 1.4 |
| Jabalí | 3.6 | 0.7 | 0.7 | 1.4 |
| Leoncillo | 0.7 | 0 | 0 | 0 |
| Techalote | 1.4 | 0 | 0 | 0 |
| Tejón | 1.4 | 3.6 | 1.4 | 0 |
| Tigrillo | 4.3 | 0.7 | 0 | 0.7 |
| Venado | 1.4 | 2.9 | 1.4 | 2.2 |
| Zorra | 0.7 | 1.4 | 1.4 | 0 |
| Zorrillo | 0.7 | 0.7 | 1.4 | 0 |
| Gallinita | 2.9 | 2.2 | 0 | 0 |
| Paloma | 1.4 | 1.2 | 0 | 0 |

región no permite retener el líquido infiltrándose en las partes bajas. Dicha técnica consiste en espiar a los venados en sitios donde llegan a comer bellotas de encino.

Los cazadores mencionan que tienen preferencia por la carne de ardilla (*Sciurus* sp.) que se alimenta de bellotas de encino, no así por las que se alimentan de conos de pino, ya que el sabor de la carne es a trementina (resina de los pinos). La cacería es mayor durante el periodo de secas debido a que en esa época no hay que dedicarse a la agricultura, además de que el clima es favorable para dormir en el cerro. El periodo de estiaje (corriente baja de los ríos) permite a los cazadores localizar a su presa más fácilmente, pudiendo escuchar el ruido que emite un venado al caminar; también facilita identificar a las aves que por su estado reproductivo emiten cantos que permiten atraer a las hembras. Por otro lado, los cazadores consideran que las características ambientales de la temporada seca facilitan la localización de las presas al concentrarlas en remanentes de agua y árboles fructificando.

**Cuadro 3.** Porcentaje de observaciones de fauna silvestre, de acuerdo con la estación de lluvias y de secas, por los cazadores en Cerro Grande. Fuente: trabajo de campo realizado en Cerro Grande.

| Especie | Secas | Lluvias | Todo el año | No informó |
|---|---|---|---|---|
| Ardilla | 3.8 | 7.7 | 57.7 | 30.8 |
| Armadillo | 26.9 | 23.1 | 34.6 | 15.4 |
| Conejo | 0 | 23.1 | 26.9 | 50 |
| Coyote | 19.2 | 3.8 | 11.5 | 65.4 |
| Choncho | 7.7 | 7.7 | 15.4 | 69.2 |
| Jabalí | 3.8 | 46.2 | 26.9 | 23.1 |
| Leoncillo | 7.7 | 0 | 7.7 | 84.6 |
| Puma | 26.9 | 7.7 | 15.4 | 50 |
| Techalote | 3.8 | 11.5 | 23.1 | 61.5 |
| Tejón | 0 | 11.5 | 50 | 38.5 |
| Tigrillo | 3.8 | 3.8 | 7.7 | 84.6 |
| Tlacuache | 0 | 30.8 | 11.5 | 57.7 |
| Tuza | 0 | 3.8 | 15.4 | 80.8 |
| Venado | 3.8 | 15.4 | 73 | 7.7 |
| Zorra | 3.8 | 15.4 | 34.6 | 46.2 |
| Zorrillo | 0 | 15.4 | 30.8 | 53.8 |
| Codorniz | 26.9 | 3.8 | 23.1 | 46.2 |
| Gallinita | 34.6 | 7.7 | 19.2 | 38.5 |
| Paloma | 38.5 | 0 | 0 | 61.5 |

Asimismo, los jagüeyes, ollas naturales o artificiales donde se almacena el agua de lluvia, han facilitado la obtención de fauna silvestre.

Cuadro 4. Especies de fauna silvestre que los pobladores consideran plaga en Cerro Grande. Fuente: trabajo de campo en Cerro Grande.

| Fauna | Sí (%) | No (%) | No informó |
|---|---|---|---|
| Ardilla | 10.1 | 4.3 | 85.5 |
| Armadillo | 0 | 18.8 | 81.2 |
| Conejo | 6.5 | 1.4 | 92 |
| Coyote | 8.7 | 1.4 | 89.9 |
| Jabalí | 10.9 | 0 | 89.1 |
| Puma | 9.4 | 0 | 90.6 |
| Techalote | 7.2 | 2.2 | 90.6 |
| Tejón | 10.1 | 0 | 89.9 |
| Tlacuache | 11.6 | 0 | 88.4 |
| Tuza | 5.8 | 0 | 94.2 |
| Venado | 5.8 | 8 | 86.2 |
| Zorra | 9.4 | 0.7 | 89.9 |
| Zorrillo | 9.4 | 0 | 90.6 |
| Gallinita | 0.7 | 8.7 | 90.6 |
| Choncho | 0 | 18.8 | 81.2 |
| Gavilán | 5.1 | 0 | 94.9 |
| Paloma | 0 | 4.3 | 95.7 |
| Codorniz | 0.7 | 8 | 91.3 |

## Formas de manejo social de la fauna silvestre en Cerro Grande

Además de la cacería se realizan otras prácticas de control de fauna. Son formas de manejo que la población de Cerro Grande realiza sobre la fauna silvestre cuando ésta ocasiona algún daño en los sistemas agropecuarios y consiste en: espiarlos, ahuyentarlos con perros, matarlos con arma de fuego o envenenarlos. Otra práctica de manejo que los cazadores aplican para ahuyentar a los jabalíes, tejones y zorras, de los cultivos agrícolas, es atar a uno o varios perros dentro de la parcela. La tuza es considerada plaga porque ocasiona daño a la reforestación y a la agricultura, pero las alternativas de solución a este problema han carecido de fundamentos técnicos y metodológicos adecuados.

Además, en la región de Cerro Grande las decisiones sobre este problema se han tomado de manera aislada y cada institución busca sus propios beneficios. Esto se observa en las formas de controlar a las poblaciones de tuzas; por ejemplo, algunos técnicos recomiendan a los pobladores aplicar Agro-Fum 57, ese producto está hecho a base de fósforo de aluminio y se encuentra legalmente fuera del mercado desde hace algunos años; además, al utilizarlo no se toman en cuenta las recomendaciones para su aplicación.

## Conclusiones

La cacería de subsistencia en Colima tiene una relación directa con las condiciones de pobreza y marginación en las que vive la población de Cerro Grande. La explotación y saqueo clandestino de madera en la región han determinado que la cacería de subsistencia se enfoque en aquellas especies de fauna silvestre que se han adaptado a ecosistemas deteriorados, como es el caso de los roedores. De acuerdo con narraciones de los pobladores, antes cazaban entre 10 y 15 ardillas dentro de las parcelas agrícolas o coamiles, pero no las consumían porque había otras especies disponibles con más carne y de mejor

**Cuadro 5.** Formas de manejo social que los cazadores aplican para controlar a las especies de fauna silvestre consideradas plaga. Fuente: datos obtenidos durante el trabajo de campo en Cerro Grande.

| Fauna | Formas de manejo | | |
|---|---|---|---|
| | Matarlo (%) | Enyerbarlo (%) | Ahuyentarlo (%) |
| Ardilla | 9.4 | 0 | 1.4 |
| Conejo | 5.8 | 0 | 0.7 |
| Coyote | 6.5 | 0.7 | 0.7 |
| Jabalí | 8 | 0 | 1.4 |
| Puma | 9.4 | 0 | 0 |
| Techalote | 6.5 | 0.7 | 0 |
| Tejón | 8.7 | 0 | 0 |
| Tlacuache | 10.1 | 0 | 2.2 |
| Tuza | 5.8 | 0 | 0 |
| Venado | 5.1 | 0 | 0.7 |
| Zorra | 8.7 | 0.7 | 0.7 |
| Zorrillo | 10.1 | 0 | 0 |
| Gallinita | 0.7 | 0 | 0 |
| Gavilán | 5.1 | 0 | 0 |

calidad, como: venados, armadillos, jabalíes, gallinitas de monte y palomas.

Actualmente, los habitantes de Cerro Grande dependen en gran medida de la cacería de subsistencia para sustentar su dieta diaria, debido al alto índice de pobreza y marginación que presenta la zona. La destrucción del hábitat de las presas de caza debido a la tala clandestina ha llevado a la pérdida de estas especies, obligando a los cazadores a recorrer una mayor distancia para conseguir alimentos. Además, entre las especies de fauna silvestre que identifican como presas hay varias que están protegidas actualmente por la ley. No obstante, la familia Felidae, cuyas especies se encuentran protegidas, en la categoría de amenazadas o en peligro de extinción, es el grupo que más cazan, después de las aves.

Es relevante mencionar que la creación de las áreas naturales protegidas (ANP), los ordenamientos ecológicos del territorio (OET), y las unidades para la conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA), constituyen uno de los principales instrumentos para la conservación de la fauna silvestre del país (Gallina, 2008). Sin embargo, estas políticas han enfatizado una ideologización, una simplificación, un reduccionismo respecto a la cacería de subsistencia; situación que ha generado una disyuntiva entre la población rural y las instituciones que administran este recurso natural. Las reglamentaciones, como los listados oficiales de



**Figura 2.** Niños de Cerro Grande con algunas especies de fauna. Foto: Óscar Sánchez Jiménez.

especies amenazadas no necesariamente reflejan las especies que en realidad son vulnerables en la localidad, o que están en peligro de extinción, y solamente muestran una tendencia para proteger aquellas especies que se comercializan legal o ilegalmente en todo el país. Se recomienda incluir en los listados, las especies de fauna silvestre que tienen importancia en la dieta y otros usos para las familias rurales, a nivel local y regional, esta medida permitiría asegurar la provisión de alimentos hacia las comunidades más pobres y a la vez garantizar la protección de las especies de interés local.

Los criterios para determinar las vedas de un gran número de especies de fauna silvestre, principalmente las de más alta distribución, se han cimentado en suposiciones y no en investigación científica. Esta situación se ha tratado de resolver prohibiendo la cacería, sin embargo se ha demostrado que éste no es el mecanismo para revertir la dinámica del deterioro faunístico, pues se inhibe el interés de los pobladores locales para conservar la fauna, fomentando el desarrollo de actividades como la agricultura y la ganadería.

En la región de estudio existe una rezago agrario en la tenencia de la tierra, esto es evidente al observar el traslape entre los diferentes ejidos de donde los cazadores obtienen fauna silvestre, pues muchas veces se sobreponen con otros, situación que genera conflictos entre comuneros y ejidatarios. Esta problemática refleja la necesidad de adecuar la normatividad general a la realidad socioeconómica de cada región.

Existen pocos estudios sobre cacería de subsistencia y la información disponible en esta temática es técnica y escasa, por lo que los efectos de ese tipo de cacería sobre las poblaciones de fauna silvestre aún siguen siendo especulativos.

Las políticas de protección y conservación del recurso fauna silvestre se han implementado de manera vertical, sin considerar el conocimiento que la población campesina e indígena posee dentro de cada contexto ecológico. Es importante integrar el manejo social que los cazadores campesinos e indígenas tienen sobre las estrategias de conservación, uso y aprovechamiento, e incluir este conocimiento en un proceso de políticas públicas ambientales, complementando las propuestas de conservación del recurso faunístico.

## Referencias


Aguirre, J.R. 1979. *Metodología para el registro del conocimiento empírico de los campesinos en relación con el uso de los recursos naturales renovables.* Rama de Botánica. Colegio de Posgraduados, Salinas Hidalgo. San Luis Potosí. México.

Ajayi, S.S. 1971. Wildlife as a source of protein in Nigeria: some priorities for development. *The Nigerian Field* 36(3):115-127.

Álvarez-Icaza, P. 1996. La gestión ambiental campesina, reto al desarrollo rural sustentable. *Sustentabilidad y desarrollo ambiental* 2:117-127.

Arroyo-Quiroz, I., E. Mueller, B. Ortiz, *et al.* 2008. *Intercambio de experiencias sobre conflictos entre humanos y vida silvestre en Latinoamérica*. Ponencia presentada en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)-Congreso Mundial de Conservación. Barcelona.

Cabarcas-Carrascal, D. y P. Laza-Martínez. 2006. *Evaluación y priorización de amenazas del paujil de pico azul, Crax alberti (Fraser, 1852) en la zona amortiguadora del PNN-Paramillo, Tierralta, Córdoba*. Tesis de grado. Universidad de Córdoba, Argentina.

Cabrera, H., S.T. Álvarez-Castañeda, N. González-Ruiz, *et al.* 2007. Distribution and natural history of schmidly's deermouse (*Peromyscus schmidlyi*). *The Southwestern Naturalist* 52:620-623.

Chargoy, E. 1985. *Enfermedad mental y delito*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

Clavijero, F.J. 1968 *Historia antigua de México*. Porrúa, México.

Ehnis, A. 1990. *Problemática del aprovechamiento de la fauna silvestre en Quintana Roo*. UNAM/Asociación de Zoológicos, Criaderos y Acuarios de México (AZCARM).

Ezcurria, E. y S. Gallina. 1981. Biology and population dynamics of white-tailed deer in Northwestern México. En: *Deer biology, habitat requirements and management in western north America*. P.F. Ffolliott y S. Gallina (eds.). Instituto de Ecología, México, pp. 77-108.

Galindo-Leal, C. 1992. Overestimation of deer densities in Michilia Biosphere Reserve. *Southwestern Naturalist* 37:209-212.

Gallina, S. 1984. Evaluación del hábitat y de la población de venados en la reserva de La Michilía. UNAM. *Memorias II Simposio sobre Fauna Silvestre* 2:47-63.

Gallina, S., A. González–Romero y R. Manson. 2008. Mamíferos pequeños y medianos. En: *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. V.H.O.R. Manson, S. Gallina y K. Mehltreter (eds.). Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)/Instituto de Ecología y Cambio Climático (INECC)/Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), pp. 161–180.

Gallina, S., A. Pérez-Arteaga y S. Mandujano. 1998. Patrones de actividad del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus texanus*) en un matorral xerófilo de México. Concepción, Chile. *Bol. Soc. Biol.* 69:221-228.

Halffter, G. 1994. Conservación de la biodiversidad: un reto del fin de siglo. *Boletín del Instituto Catalán de Historia Natural* 62:137-146.

Hernández, X.E. y A. Ramos R. 1977. Metodología para el estudio de agroecosistemas con persistencia de tecnología tradicional. *Xolocotzia* 1:189-194.

Hernández, X.E. 1970. *Exploración etnobotánica y su metodología*. Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Chapingo, México.

IMECBIO. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad. 2000. Programa de Desarrollo Regional Sustentable, región de la sierra de Manantlán, estados de Jalisco y Colima. Universidad de Guadalajara (UDG). Autlán de Navarro, Jalisco.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2005. Anuario estadístico de Colima 2005.

———. 2005. II Conteo de Población y Vivienda. Colima, México. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2005/Default.aspx*>, última consulta: 17 de julio de 2015.

Machuca, W.L. 2011. *Evaluación del potencial natural para la prestación de servicios ambientales hídricos en Cerro Grande, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima*. Tesis de maestría en geografía. UNAM.

Mackay, F. 2002. Enfrentándose a los errores del pasado. Pueblos indígenas y áreas protegidas: el derecho a la restitución de tierras y recursos. Forest Peoples Programme (FPP) Moreton-in-Marsh Edit. En: <*http://www.forestpeoples.org/documents/law_hr/ips_restitution*>, última consulta: 11 de marzo de 2009.

Monroy-Vilchis, O., L. Cabrera, P. Suárez, *et al*. 2008. Uso tradicional de vertebrados silvestres en la sierra Nanchititla, México. *Interciencia* 33:308-313.

Moran, E.F. 2000. *Human adaptability: an introduction to ecological anthropology*. Westview Press, Estados Unidos de América.

Nahmad, S., A. González y M.A. Vásquez. 1994. *Medio ambiente y tecnologías indígenas en el sur de Oaxaca*. Centro de Ecología y Desarrollo (CECODES). Oaxaca, México.

Olvera, A. 1997. Identidades fragmentadas: formas, actores y espacios de la modernización en el campo. El caso de la cafeticultura veracruzana. En: *Movimientos sociales e identidades colectivas*. S.Z. (ed.). Siglo XXI/Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CIIH)/UNAM, México.

Olvera Vargas, M., B.L. Figueroa-Rangel, J.M. Vázquez-López, *et al*. 2006. Dynamics and silviculture of montane mixed oak forests in western México. En: *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests*. M. Kappelle (ed.). Springer-Verlag Heidelberg, Berlín, pp. 363-374.

Parra-Lara, A. del C. 1986. *Uso y manejo tradicional de la fauna silvestre y sus relaciones con otras actividades productivas en San Pedro Jicayan, Oaxaca*. Vol 27. Cuadernos de Divulgación, Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB). Xalapa, Veracruz, México.

San Vicente, M. 1996. Conservación y aprovechamiento de fauna silvestre en comunidades ejidales asentadas en el área de bosque modelo y zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera de Calakmul. En: *Manejo de fauna con comunidades rurales*. C.C. Rozo, A. Ulloa y H.I. Torgler (eds.). Fundación Natura/Organización Regional Indígena Emberá Woaunaan Orewa (OREWA)/Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)/Unidad Administrativa del Sistema de Parques Naturales Nacionales, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia, p. 281

SEMARNAT e INECC. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. 2000. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. México, D.F.

Tetreault, D. 2009. *Pobreza y degradación ambiental. Las luchas de abajo en dos comunidades del occidente de Jalisco: Ayotitlán y La Ciénega*. UDG.

Tetreault, D. y J. Hernández-Lamas. 2011. *Hierro y sangre en la sierra de Manantlán*. 16º Encuentro Nacional Sobre Desarrollo Regional en México. Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C. (AMECIDER)/Facultad de Economía de la Universidad Veracruzana, Campus Xalapa.

Torres, F. y Y. Trápaga. 1997. *La agricultura orgánica: una alternativa para la economía campesina de la globalización*. UNAM. México.

Weber, M. 2000. *Effects of hunting on tropical deer populations in southeastern México*. Tesis de maestría. Universidad de Londres, Royal Veterinary College, Londres, Inglaterra.

Weber, C.A. y J.R Current. 1993. A multiobjective approach to vendor selection. *European Journal of Operational Research* 68:173-184.

Weber, C.A., J.R. Current y W.C. Benton. 1991. Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research* 50:2-18.

Zamorano, H.P. 2009. La flora y fauna silvestres en México y su regulación. Procuraduría Agraria. *Estudios Agrarios* 40(1):159-167.

# Plantas de importancia apícola

Francisco J. Santana-Michel (†)
Natalia Cervantes-Aceves
Noemí Jiménez-Reyes

## Descripción

La producción de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) representa una fuente importante de divisas para los apicultores mexicanos y es ejemplo de uno de los múltiples usos de la flora nativa y cultivada. Debido al gran potencial apícola, íntimamente asociado a la riqueza florística con que cuenta el país, México se ha mantenido en los primeros lugares, a nivel mundial, como exportador de miel de abeja de excelente calidad (Labougle y Zozaya 1986, Echazarreta *et al.* 1997). Para lograr buenos resultados en la producción de miel, a escala comercial, es necesario contar con conocimientos diversos sobre la flora, tales como: las especies útiles para la apicultura en las diferentes regiones del país, la época y duración de su floración (fenología), el valor relativo de la floración como fuente de néctar, polen o ambas sustancias, así como la abundancia de sus poblaciones (Ordetx 1978).

A pesar de que la mayor parte de las plantas con flores son visitadas por las abejas, en la práctica sólo un número limitado llega a tener verdadera importancia para la apicultura comercial. Las plantas fanerógamas (plantas con flor) y las abejas guardan una relación ecológica de cooperación muy estrecha, ya que las plantas aportan el néctar y polen necesario para la alimentación de las abejas; a su vez éstas realizan las labores de polinización que requieren las plantas para su reproducción, llevando polen de una planta a otra planta de la misma especie, este proceso se conoce como polinización cruzada (Ordetx 1978). El néctar es la principal fuente de carbohidratos que suministra a las abejas la energía necesaria para

Santana-Michel, F.J., N. Cervantes-Aceves y N. Jiménez-Reyes. 2016. Plantas de importancia apícola. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 555-563.

desarrollar las actividades propias de la colonia (Ordetx 1978). El polen (que contiene las células sexuales masculinas de las plantas y se encuentra en las anteras de las flores), es una fuente de proteínas que las abejas llevan a la colmena para elaborar la jalea real destinada a la cría de larvas y reinas (Ordetx 1978). En sus visitas constantes a las flores las abejas ayudan a la polinización de muchas especies, asegurando la fecundación y el incremento de los frutos y semillas necesarios para la reproducción de las especies (Ordetx 1978).

Considerando la actividad que las abejas tienen sobre las flores, las plantas de interés apícola se clasifican en las siguientes tres categorías, de acuerdo con Ordetx (1978) y observaciones propias: *a)* nectaríferas: especies visitadas por las abejas con el fin de obtener néctar, solamente, *b)* poliníferas: especies visitadas por las abejas para llevar polen en las corbículas (canasta de polen en las patas), *c)* nectaríferas-poliníferas: especies visitadas por las abejas para libar el néctar y recoger polen en la misma visita.

Colima se localiza en la región apícola del Pacífico (Labougle y Zozaya 1986), donde existen grandes extensiones de bosques tropicales e importantes áreas de cultivos diversos. En los últimos años la entidad ha incrementado su actividad apícola, colocándose entre los principales estados productores de miel de alta calidad, tanto para exportación como para consumo nacional. Colima, al igual que la mayor parte del territorio nacional, posee un gran número de especies de plantas útiles a la apicultura, sin embargo, existe poca información sobre su nomenclatura, distribución, abundancia, fenología y contenido de néctar o polen, circunstancias que impiden lograr un uso óptimo y planificado de este recurso. También es importante considerar la aptitud apícola de las diferentes regiones del estado y la distribución adecuada de los apiarios, tomando en cuenta la flora existente y aprovechable por las abejas para obtener suficiente alimento de subsistencia y a la vez lograr un excedente de miel para la cosecha, pero sin ocasionar daño a las abejas (Ordetx 1978). Una característica particular de la forma de realizar la apicultura en el estado es que ésta es una actividad transhumante o migratoria, es decir, el apicultor moviliza sus colmenas a distintas zonas geográficas con mayor floración.

La práctica de la apicultura constituye una de las fuentes de ingreso más importantes para mejorar la economía de un amplio sector de la población colimense. Considerando lo anterior, el objetivo de este estudio es inventariar las especies útiles para la apicultura, tanto de la flora silvestre como la cultivada, además de describir sus periodos de floración para conocer la disponibilidad del recurso y así sugerir acciones de manejo apícola en el estado.

Los principales estudios realizados en México sobre la flora útil para la apicultura son escasos y se encuentran restringidos a las siguientes localidades: San Luis Potosí, Morelos, Yucatán, Veracruz, Tamaulipas (Reserva de la Biosfera El Cielo), Colima (islas Revillagigedo y otras áreas del estado), Jalisco (Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán) y Chiapas (región del Tacaná) (Cabrera 1966, Carmona 1980, Sousa-Novelo *et al.* 1981, Cházaro 1982, Roldán 1984, Villanueva 1984, Alvarado y Delgado 1985, Campa 1989, Lara 1989, Lorente-Adame 1992, Martínez-Hernández *et al.* 1993, Santana-Michel *et al.*

2000). Por su parte, la Comisión Técnico-Consultiva de Coeficientes de Agostadero de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), ha publicado catálogos sobre la flora nectarífera y polinífera de los estados de: Yucatán, Michoacán, Tamaulipas, Guerrero, Chiapas y Veracruz (Villegas *et al.* 1998, 1999, 2000, 2002a, 2002b, 2003).

Para conocer las especies de flora útiles a la apicultura se realizó un muestreo de la vegetación mediante la recolección de plantas en floración, en los 10 municipios de Colima, identificando las especies y registrando sus periodos de floración. Mediante observación directa se identificaron las plantas visitadas por la abeja *Apis mellifera* y se recabó información proporcionada por los apicultores locales. En cada municipio se localizaron 10 sitios con muestras representativas de la vegetación, se tomaron muestras mensuales de polen en las abejas y miel de los apiarios, durante el año 2000. Se calendarizaron los periodos de floración de las especies apícolas, siguiendo un orden alfabético por familia, género y especie, durante los 12 meses del año (apéndice 1).

El trabajo de laboratorio consistió en un análisis melitopalinológico (estudio del origen botánico de las mieles) y palinológico (estudio del polen), según la técnica de Ertman (1943), que consiste en la preparación y montaje de los granos de polen para su observación al microscopio óptico. Los ejemplares de plantas recolectadas fueron procesados e identificados taxonómicamente, utilizando monografías taxonómicas y la *Flora Novogaliciana* (Standley 1920-1926; Standley y Steyermark 1946-1976; McVaugh 1961, 1984, 1987; Bravo-Hollis 1978; Fryxell 1988; Pennington y Sarukhán 1998). Los especímenes botánicos de referencia se encuentran depositados en el herbario del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara (IBUG), mientras que las preparaciones polínicas de las muestras y la colección de referencia se encuentran en la palinoteca del IBUG.

## Diversidad

De acuerdo con Rzedowski y McVaugh (1966) y Rzedowski (1978), la vegetación de Colima está representada principalmente por bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios, bosque espinoso, encinares, vegetación sabanoide y vegetación halófita (que crece en ambientes salinos). Todos estos tipos de vegetación han sido descritos a detalle en el capítulo del presente libro correspondiente a la descripción de los principales tipos de vegetación de Colima.

Los resultados del inventario florístico de las plantas útiles a la apicultura del estado reportan un total de 311 especies, correspondientes a las tres categorías que describen la acción de las abejas sobre sus flores: 51% nectaríferas, 9% poliníferas y 40% nectaríferas-poliníferas (apéndice 1). Las formas biológicas de las especies de plantas fueron representadas en primer lugar por los árboles (160 especies), seguido por los arbustos (61), los bejucos y enredaderas (51) y las hierbas (39). Las familias con mayor número de especies melíferas fueron: Leguminosae (56), Compositae (43), Cactaceae (14), Cucurbitaceae (12), Burseraceae (11), Boraginaceae (11), ocho para cada una de las familias Malvaceae, Polygonaceae y Sapindaceae, y seis para cada una de las familias Malpighiaceae y Bignoniaceae (Santana-Michel *et al.* 2000, figura 1).

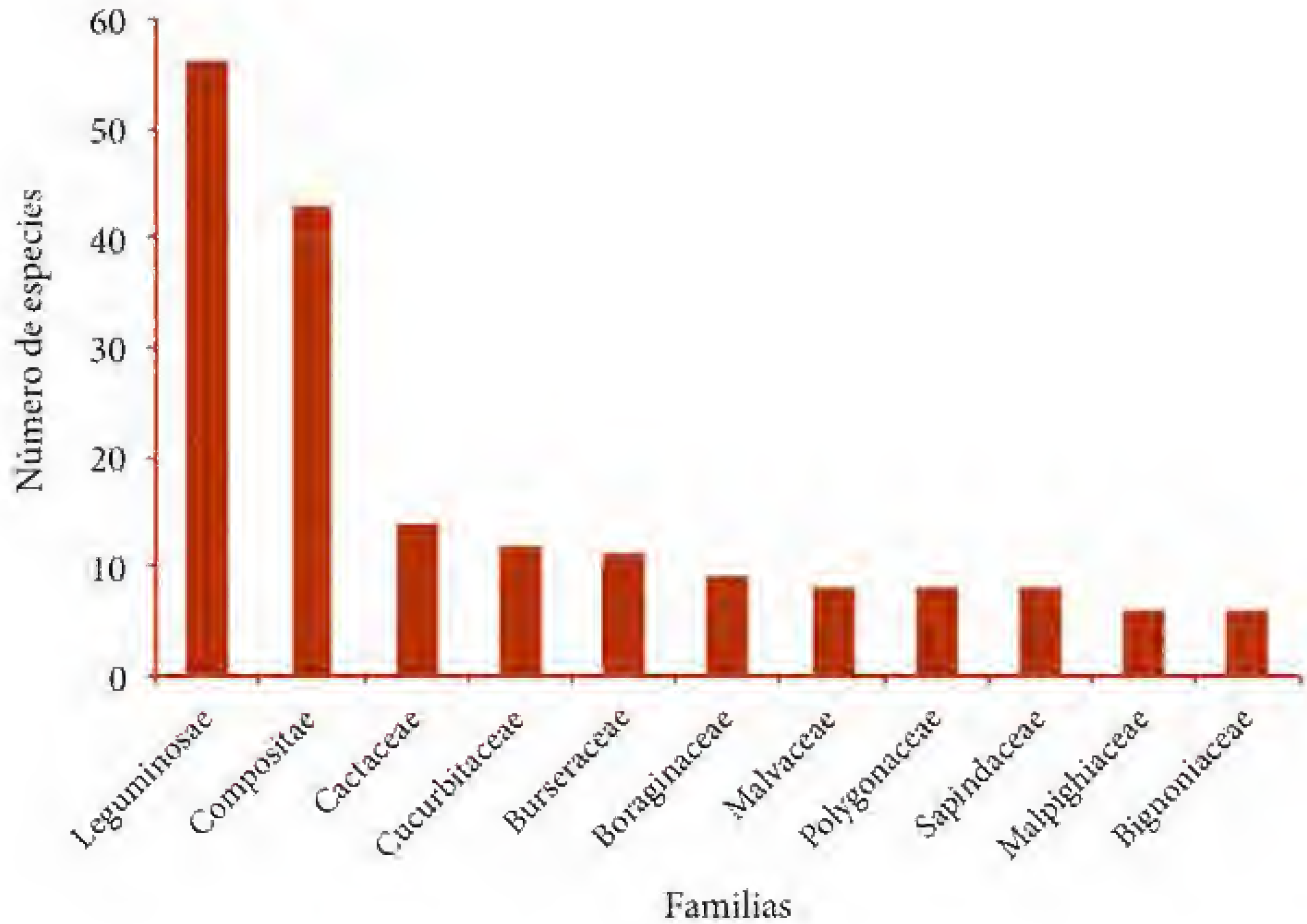



**Figura 1.** Número de especies melíferas por familia de plantas. Fuente: Santana-Michel *et al*. 2000.

## Regiones melíferas

Con base en la vegetación y las características de explotación apícola se dividió al estado en dos regiones melíferas (figura 2). La región melífera 1 está representada por los bosques tropicales caducifolio y subcaducifolio (vegetación predominante en la entidad), el bosque espinoso, la vegetación secundaria, la agricultura de temporal y el encinar. Los componentes florísticos de estos tipos de vegetación corresponden a la región melífera más importante, debido a que produce miel de color claro a ámbar de excelente calidad, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre. La región melífera 2 está representada por las zonas costeras bajas con agricultura de riego, vegetación halófita y palmar; donde las principales plantas melíferas son los cultivos de cocotero, cítricos, plátano, mango, aguacate, maíz, papayo y hortalizas. Esta región produce miel de color oscuro de buena calidad durante todo el año. Los análisis melitopalinológicos nos indican que las mieles producidas en ambas regiones son poliflorales, es decir, provienen del néctar de diversas especies (Tellería 2001).

## Disponibilidad

El comportamiento de la floración de las especies útiles a la apicultura presenta un número máximo de especies en floración durante los meses de septiembre a abril, disminuyendo de mayo a agosto (figura 3). En los meses de octubre, noviembre y diciembre se presenta el mayor

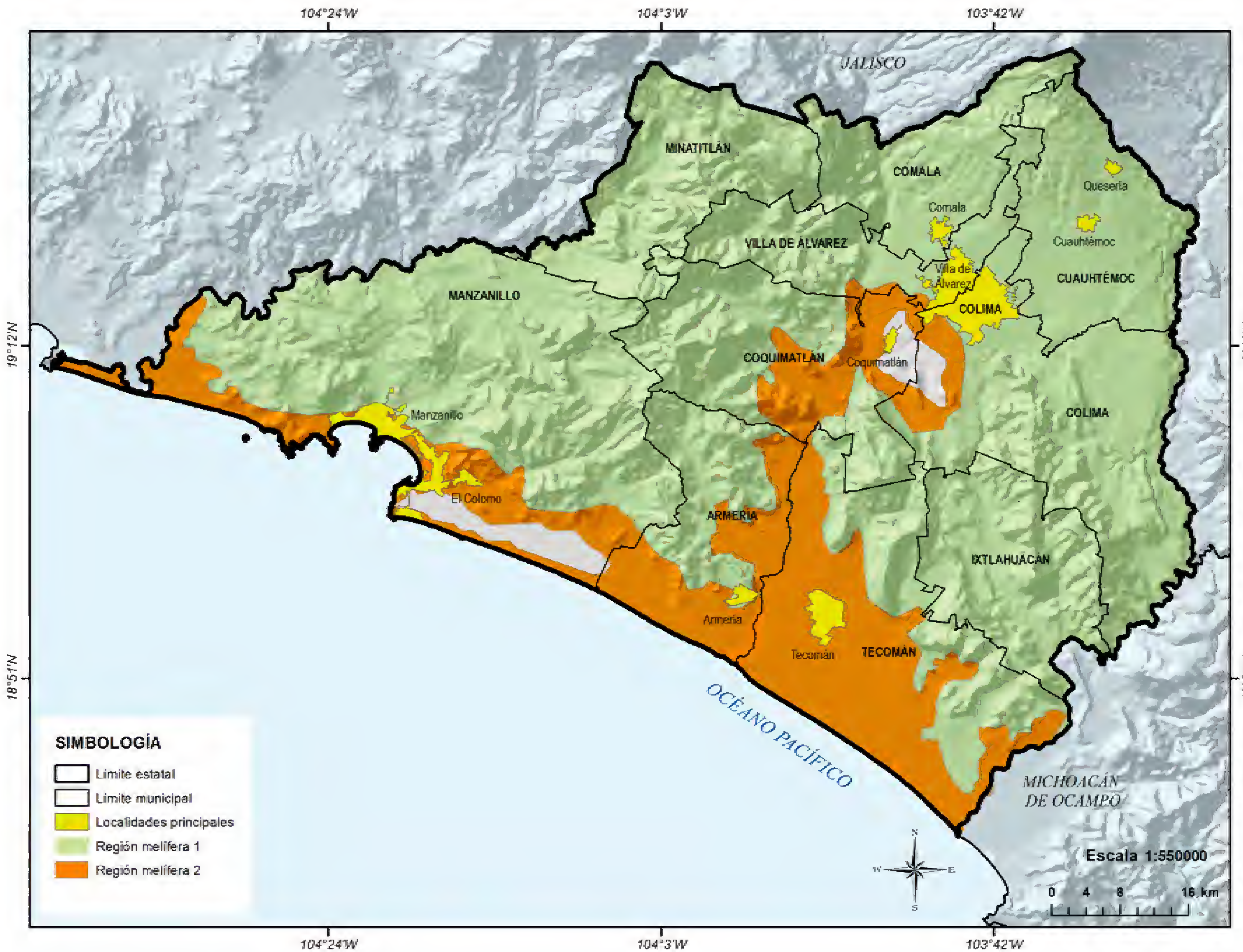



Figura 2. Regiones melíferas. Fuente: elaborado con datos de Secretaría de Programación y Presupuesto 1981 y Santana-Michel *et al*. 2000.

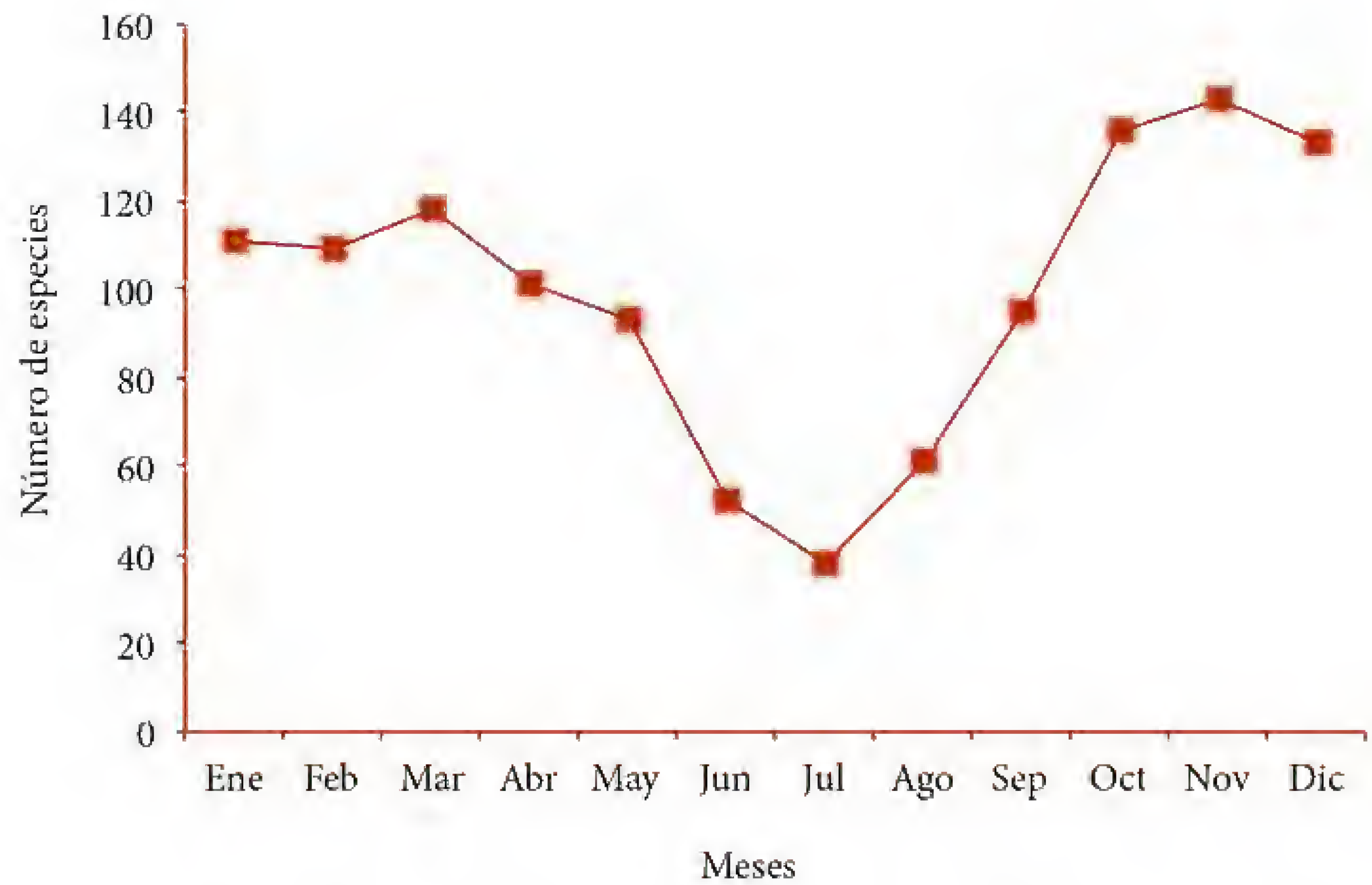



**Figura 3.** Distribución anual de la floración de las especies melíferas. Fuente: Santana-Michel *et al*. 2000.

número de especies en floración, coincidiendo con la época que los apicultores denominan como "floración fuerte". Algunas especies florecen durante todo el año, como el cocotero (*Cocos nucifera*), el zazamil (*Cordia dentata*), el volantín (*Cleome spinosa*) y el cuastecomate (*Crescentia alata*). Otras especies tienen periodos largos de floración, de siete a 10 meses, como *Ageratum corymbosum*, *Acacia farnesiana*, *Antigonon leptopus*, *Baccharis salicifolia*, *Brahea dulcis*, *Combretum farinosum*, *Conostegia xalapensis*, *Croton suberosus*, *Eugenia jambos*, *Flaveria robusta*, *Gossypium hirsutum*, *Momordica charantia*, *Muntigia calabura*, *Ocimum basilicum*, *Sabal mexicana*, *Salix taxifolia*, *Tecoma stans*, *Tribulus cistoides* y *Trichilia trifolia*.

En los árboles el incremento del número de especies en floración inicia en octubre, alcanzando el valor máximo en marzo y manteniéndose un número más o menos alto de abril a junio, para después descender de julio a septiembre. En los arbustos el comportamiento de la floración es diferente: se incrementa a partir de octubre, alcanza su máximo en noviembre y diciembre, y empieza a disminuir hasta julio. Las hierbas, los bejucos y enredaderas presentan su máximo número de especies en floración de septiembre a diciembre, declinando casi por completo de mayo a julio.

## Recomendaciones

Para lograr un buen manejo de la apicultura es necesario considerar la aptitud apícola de las diferentes regiones del estado, determinada por la flora existente y utilizada por las abejas. En Colima se practica mucho la apicultura trashumante, donde el apicultor traslada sus apiarios a las zonas cerriles durante los meses de septiembre a abril (figura 2, región melífera 1). En este periodo los apicultores obtienen dos o hasta tres cosechas de miel (cada cosecha de miel es de

25-26 kg por colmena), cuando hay buena distribución de los apiarios, buen equipo para la cosecha de miel y material del apiario en buenas condiciones. En el periodo de junio a agosto el apicultor cambia los apiarios a las zonas costeras bajas para tener producción de miel durante esos meses (figura 2, región melífera 2).

La reproducción de las abejas debe llevarse a cabo durante los meses de abril y mayo, para la región melífera 1. Se recomienda no cosechar para fines comerciales durante estos meses, ya que la miel almacenada servirá de alimento durante el periodo de estío (junio a agosto). Para la región melífera 2 la reproducción se puede hacer en cualquier época, puesto que existe floración durante todo el año. Esta región es más recomendable para la reproducción y cría de la abeja reina, lo que redundará tanto en el mejoramiento genético como en el control de la abeja africana.

## Conclusiones

El inventario florístico de las plantas útiles a la apicultura del estado registra 311 especies, de las cuales los árboles aportan más de 51%, los arbustos cerca de 20%, los bejucos y enredaderas 16% y las hierbas cerca de 13%. La vegetación y flora de Colima representa un potencial apícola que no ha sido aprovechado adecuadamente. Los bosques tropical caducifolio y subcaducifolio (vegetación predominante en la entidad), el bosque espinoso, la vegetación secundaria, la agricultura de temporal y el encinar, proporcionan especies melíferas para producción de miel de alta calidad para exportación. Para aprovechar todo el potencial disponible de la apicultura, hace falta la resolución de muchos factores, como los financieros, los tecnológicos y de capacitación, entre otros; pero sin duda resulta fundamental que el apicultor conozca los periodos de floración de las especies de importancia apícola, para establecer una mejor distribución de los apiarios en las dos regiones melíferas del estado.

## Referencias


Alvarado, J.L. y M.A. Delgado R. 1985. Flora apícola en Uxpanapa, Veracruz, México. *Biotica* 10(3):257-275.

Bravo-Hollis, H. 1978. *Las cactáceas de México*. Vol. I. 2a ed. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

Cabrera P., J.V. 1966. *Apicultura y flora apícola en el municipio de Villa de Arriaga, San Luis Potosí*. México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional (IPN). México, D.F.

Campa, M.A. 1989. *Flora y potencial apícola de la Isla Socorro, archipiélago de Revillagigedo*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara (UDG), Jalisco, México.

Carmona, M.L. 1980. *Contribución al conocimiento de la flora melífera del estado de Morelos*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), Cuernavaca, Morelos.

Cházaro, B.M. 1982. Flora apícola de la zona cafetalera de Coatepec, Veracruz. En: *Estudios ecológicos en el agroecosistema cafetalero*. E. Jiménez Ávila y A. Gómez-Pompa (eds.). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB)/ Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México, pp. 95-102.

Echazarreta, C.M., J.J. Quezada-Euan y K.L. Pasteur. 1997. Beekeeping in the Yucatan Peninsula: Development and current status. *Bee World* 78(3):115-127.

Ertman, G. 1943. *An introduction to pollen analysis.* The Ronald Press Company. New York.

Fryxell, P. 1988. Malvaceae of México. University of Michigan. Ann Arbor, Michigan. *Systematic Botany Monographs* 25:522.

Labougle, J.M. y R.A. Zozaya. 1986. La apicultura en México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). México. *Ciencia y Desarrollo* 69:17-36.

Lara, V.M. 1989. Estudio preliminar de las especies vegetales visitadas por *Apis mellifera* L. en la Reserva de la Biosfera El Cielo. En: *BIOTAM* Vol. 1(1). Instituto de Ecología y Alimentos (IEA)/Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).

Lorente-Adame, M.P. 1992. *Plantas de importancia apícola en tres localidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UDG.

Martínez-Hernández, E., J.I. Cuadriello-Aguilar, O. Téllez-Valdéz, *et al.* 1993. *Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región de Tacaná, Chiapas, México*. Instituto de Geografía, UNAM.

McVaugh, R. 1961. Euphorbiaceae. En: *Flora Novo-Galiciana*: *a descriptive account of the vascular plants of western México* Vol. 13. W.R.E. Anderson (ed.). The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.

———. 1984. Compositae. En: *Flora Novo-Galiciana*: *a descriptive account of the vascular plants of western México* Vol. 13. W.R.E. Anderson (ed.). The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.

———. 1987. Leguminosae. En: *Flora Novo-Galiciana*: *a descriptive account of the vascular plants of western México* Vol. 13. W.R.E. Anderson (ed.). The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan.

Ordetx, G.S. 1978. *Flora apícola de la América tropical.* Edit. Científico-Técnica. La Habana, Cuba.

Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 1998. *Árboles tropicales de México*. UNAM/Fondo de Cultura Económica, México, D.F.

Roldán, R.L.A. 1984. *Flora melífera de la zona de Tixcacaltuyub, Yucatán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México, D.F.

Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa. México, D.F.

Rzedowski, J. y R. McVaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. *Contribution from the University of Michigan Herbarium* 9(1):123.

Santana-Michel, F.J., A.N. Cervantes y N. Jiménez-Reyes. 2000. Flora melífera del estado del Colima, México. *Boletín del Instituto de Botánica (IBUG)* 6(2-3):251-277.

Sousa-Novelo, N., V. Suárez-Molina y A. Barrera-Vázquez. 1981. *Plantas melíferas y poliníferas de Yucatán*. Fondo Editorial de Yucatán. Mérida, Yucatán.

SPP. Secretaría de Programación y Presupuesto. 1981. Síntesis Geográfica de Colima. Coordinación Nacional de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F.

Standley, P.C. 1920. Trees and shrubs of México. *U. S. Nat. Herb*. 23:1-5.

Standley, P.C. y J.A. Steyermark. 1946. Flora of Guatemala. *Fieldiana Bot*. 24:1-13.

Tellería, M.C. 2001. El polen de las mieles. Un indicador de su procedencia botánica y geográfica. *Ciencia Hoy* 11(62):63-66.

Villanueva, G.R. 1984. Plantas de importancia apícola en el ejido de Plan de Río, Veracruz, México. *Biotica* 9(3):279-340.

Villegas, D.G., M.A. Bolaños y S.J.A. Miranda. 1999. *Flora nectarífera y polinífera del estado de Michoa-*

*cán*. SAGARPA. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México.

Villegas, D.G., M.A. Bolaños, S.J.A. Miranda y Q.U. González. 2002a. *Flora nectarífera y polinífera del estado de Guerrero*. SAGARPA. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México.

Villegas, D.G., M.A. Bolaños, S.J.A. Miranda, *et al*. 2000. *Flora nectarífera y polinífera del estado de Tamaulipas*. SAGARPA. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México.

Villegas, D.G., M.A. Bolaños, S.J.A. Miranda y A.J.A. Zenón. 2002b. *Flora nectarífera y polinífera del estado de Chiapas*. SAGARPA. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México.

Villegas, D.G., M.A. Bolaños, S.J.A. Miranda y H.R. Sandoval. 2003. *Flora nectarífera y polinífera del estado de Veracruz*. SAGARPA. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México.

Villegas, D.G., A.S. Cajero, M.A. Bolaños, *et al*. 1998. *Flora nectarífera y polinífera de la península de Yucatán*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. México.

# Recursos forestales no maderables de Cerro Grande

Judith Cevallos Espinosa
Jesús Juan Rosales Adame
José Martín Vázquez-López

## Introducción

Aunque Colima es una de las entidades federativas con menor superficie del país, muestra una gran complejidad topográfica y variedad de condiciones ambientales que permiten la presencia de una gran riqueza florística (Rzedowski 1978, Vázquez *et al.* 1995, Cuevas *et al.* 1997, 1998*a*, 1998*b*, 2006, Santana-Michel *et al.* 1998). Esta alta diversidad florística, además de tener un gran valor biológico *per se*, ha sido fuente de recursos para el establecimiento y desarrollo de los asentamientos humanos en esta entidad.

En la actualidad los bosques y selvas colimenses siguen proveyendo bienes básicos e ingresos económicos a las poblaciones campesinas locales, contribuyendo así al mejoramiento de las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes (Benz *et al.* 1996). Entre estos bienes se encuentran los recursos forestales no maderables (RFNM), definidos como el amplio rango de recursos naturales y servicios provenientes de los bosques, excluyendo la madera. Bajo ese concepto se incluyen: plantas completas y sus partes, como: frutos, nueces, semillas, aceites, resinas, gomas, fibras, etc.; así como productos derivados de la fauna silvestre y diferentes servicios ambientales proporcionados por los ecosistemas forestales (De Beer y McDermot 1989, FAO 1995).

En la región de Cerro Grande el aprovechamiento de este tipo de recursos es una actividad que los pobladores locales desarrollan de manera tradicional, empleando poco más de 150 especies de plantas silvestres, princi-


Cevallos, E.J., J.J. Rosales A. y J.M. Vázquez-López. 2016. Recursos forestales no maderables de Cerro Grande. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 564-575.

**Cuadro 1.** Recursos forestales no maderables comercializados en Cerro Grande, Colima. Fuente: elaboración propia con información de Benz *et al.* 1996, Marshall y Newton 2003, Cevallos *et al.* 2005, Villafaña 2006, Cuevas *et al.* 2006.

| Nombre científico | Nombre común | Parte usada | Usos o productos generados |
|---|---|---|---|
| *Crataegus pubescens* | Tejocote, manzanillo | Fruto | Comestible: el fruto fresco para la elaboración de ponches y mermeladas |
| *Muhlenbergia macroura* | Soromuta, zacatón | Macollos | Construcción: techos de casas |
| *Otatea acuminata* subsp. *aztecorum* | Otate | Tallo | Cestería: canastas pizcadoras y chiquihuites<br>Agricultura: espalderas de cultivos<br>Construcción: techos y paneles, cercos<br>Instrumentos: mangos de escobas |
| *Quercus laurina* | Encino chilillo | Ramas<br>Frutos | Carbón, comestible, medicinal, forraje, combustible |
| *Quercus obtusata* | Roble | Ramas<br>Fruto | Carbón, comestible, forrajero, combustible |
| *Quercus rugosa* | Avellano | Ramas<br>Fruto | Carbón, leña, construcción, comestible, forrajero |
| *Quercus scytophylla* | Roble negro | Ramas<br>Fruto<br>Corteza | Carbón, forrajero (alimento de cerdos), medicinal, infusión como remedio para problemas de la sangre |
| *Rubus adenotrichos* | Zarzamora | Fruto | Comestible: ponches, agua fresca y mermeladas |
| *Rubus pringlei* | Zarzamora | Fruto | Comestible: ponches, agua fresca y mermeladas |
| *Smilax moranensis* | Asierrilla | Cogollo | Comestible: como verdura (quelite) |
| *Ternstroemia lineata* subsp. *lineata* | Flor de tila, jazmincillo, trompillo | Fruto | Medicinal: infusión relajante |
| *Tillandsia usneoides* | Paiste, heno | Toda la planta | Mágico-religioso: adornos en los nacimientos.<br>Medicinal: como infusión para problemas estomacales |

palmente como medicina, alimento y combustible (Benz *et al.* 1994, 1996). La mayoría de estos recursos se extraen para autoconsumo; sin embargo, existe un grupo de productos que también comercializan los habitantes (cuadro 1), han logrado posicionar de manera importante en el mercado regional, contribuyendo significativamente a la economía familiar (Cevallos 1992, 2005, Benz *et al.* 1993, 1994, 1996, Vázquez-López 1995, Villafaña 2006, Cuevas *et al.* 2006).

## Cerro Grande

Ubicado entre los estados de Jalisco y Colima, Cerro Grande es un domo calcáreo de cerca de 18 000 ha que conforma la porción oriental de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM), en el occidente de México (figura 1). La diversidad de ambientes que prevalecen en esta zona es producto de las variadas condiciones altitudinales (intervalos de los 600 a 2 500 msnm) y geomorfológicas, originando un complejo mosaico de ecosistemas vegetales que incluye cerca de 970 especies vasculares principalmente en bosques de encino, bosques de coníferas y el bosque tropical caducifolio (Vázquez *et al.* 1995, Vázquez-López 1995, Cuevas *et al.* 1997, 1998a, 1998b, IMECBIO 2000, Olvera-Vargas *et al.* 2000).

En Cerro Grande habitan cerca de 3 mil personas, distribuidas en siete localidades (INE-SEMARNAT 2000). Las condiciones de vida son variables, sin embargo, se ha reportado como una de las zonas en la RBSM con grado de marginación alta y muy alta (Jardel 1992, Rosales *et al.* 1996). Las comunidades ejidales en las que se desarrollan las actividades de extracción de heno, otate y tila son: La Laguna, municipio de Tolimán, en el estado de Jalisco; Platanarillo y El Terrero, del municipio de Minatitlán, en el estado, todos ellos ubicados en la meseta de Cerro Grande.

La meseta de Cerro Grande es una importante zona de captación de agua para algunas de las ciudades con mayor población del estado, como Villa de Álvarez y Colima (capital). Sin embargo, debido a sus características topográficas y edáficas, en toda la parte alta de Cerro Grande faltan cuerpos de agua superficiales, lo que ha limitado las actividades productivas (SEMARNAT 2001). La población en estas comunidades basa su economía en actividades agrícolas y ganaderas de subsistencia y en actividades forestales, a pequeña escala, complementadas con el trabajo asalariado eventual. Las actividades de recolección son importantes como complemento del ingreso familiar, aunque para aquellas con mayor rezago económico en ocasiones son la única fuente de ingreso (Graf y Bedoy 1989, Vázquez-López 1995, Cevallos *et al.* 2005, Villafaña 2006).

## Recursos y su aprovechamiento

El paiste, el otate y la tila son recursos con una larga historia de uso, tanto en esta región como en diferentes zonas del país, cuya demanda ha generado un nicho especializado de mercado, casi siempre enfocado al comercio local y regional (SEMARNAT 2001). Estos recursos forman parte de los ecosistemas boscosos más representativos en Cerro Grande, son además especies con poblaciones densas. Esta característica ha favorecido un aprovechamiento y comercialización continuo (Vázquez–López 1995,

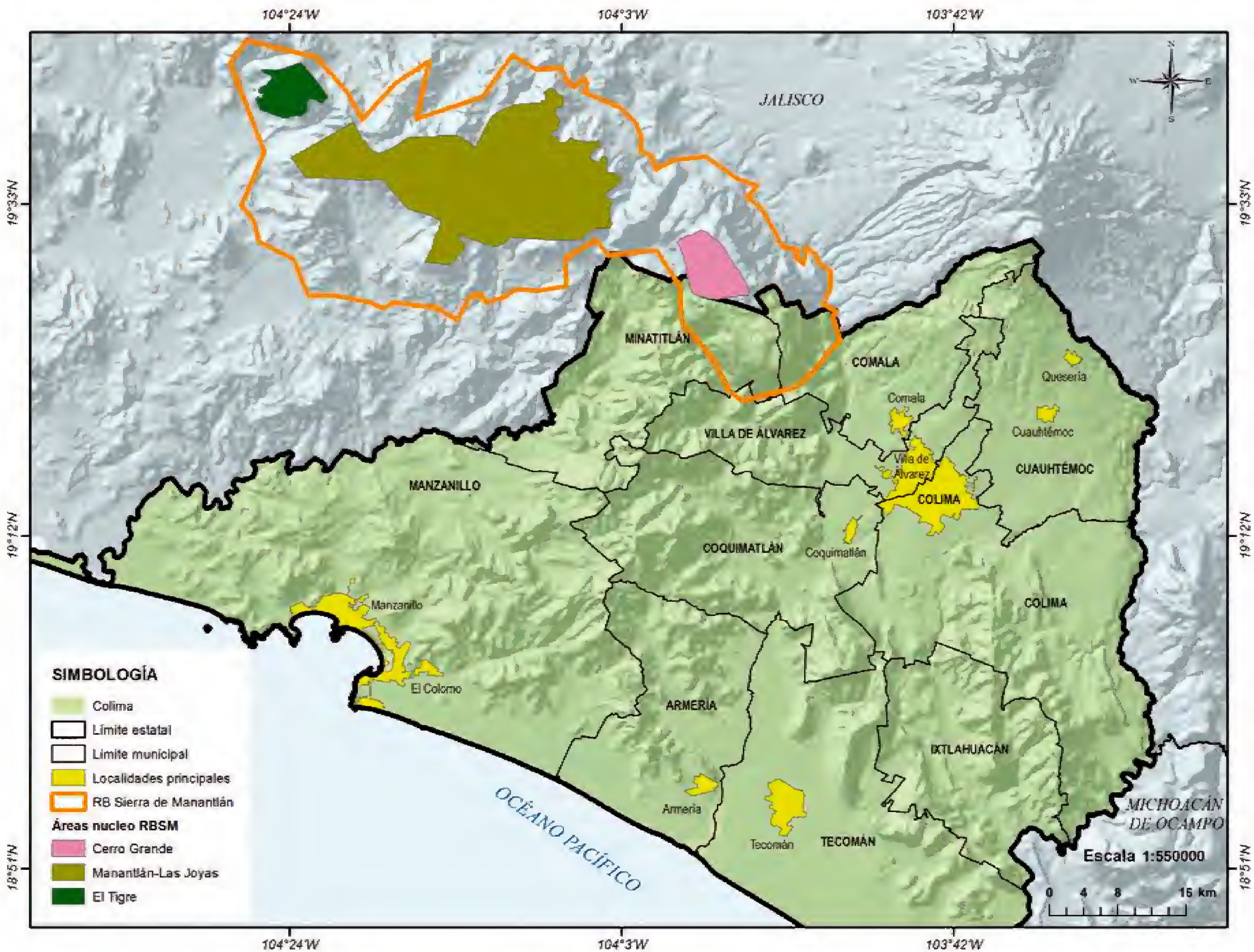



FIGURA 1. Localización geográfica de Cerro Grande, dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Fuente: elaboración propia.

Marshall y Newton 2003, Cevallos *et al.* 2005, Villafaña 2006).

## El paiste

Es una planta epífita de la familia Bromeliaceae que crece en sitios húmedos en regiones templadas y tropicales. En Cerro Grande casi siempre se le puede encontrar sobre los robles y encinos (*Quercus magnolifolia, Q. obtusata* y *Q. castanea*), en laderas y cañadas, presentando una mayor densidad en la porción noroeste del cerro.

A pesar de que el paiste o heno es un recurso que está disponible todo el año, los recolectores del ejido La Laguna cosechan la planta sólo durante la temporada navideña, cuando existe una fuerte demanda por el producto (inicia en los primeros días de noviembre y termina en la primera quincena de diciembre), por lo que su extracción es netamente estacional.

La extracción del recurso se realiza de manera manual, empleando ganchos o auxiliándose de sogas para trepar a los árboles y recogerlo (figura 2). Los recolectores bajan el paiste más accesible y que muestra una apariencia fresca, con colores que van del verde al grisáceo. Una vez recolectado, se deposita en costales para ser transportado hasta el centro de acopio del ejido, ya sea en animales de carga o por los mismos recolectores. En cada costal se empacan entre 20 y 40 kg; cada recolector o grupo familiar invierte entre cinco y nueve horas diarias, durante las que obtienen de 40 a 130 kg; el rendimiento en el ejido, por temporada, puede llegar hasta las dos toneladas. El producto no requiere de procesamiento para su venta final.

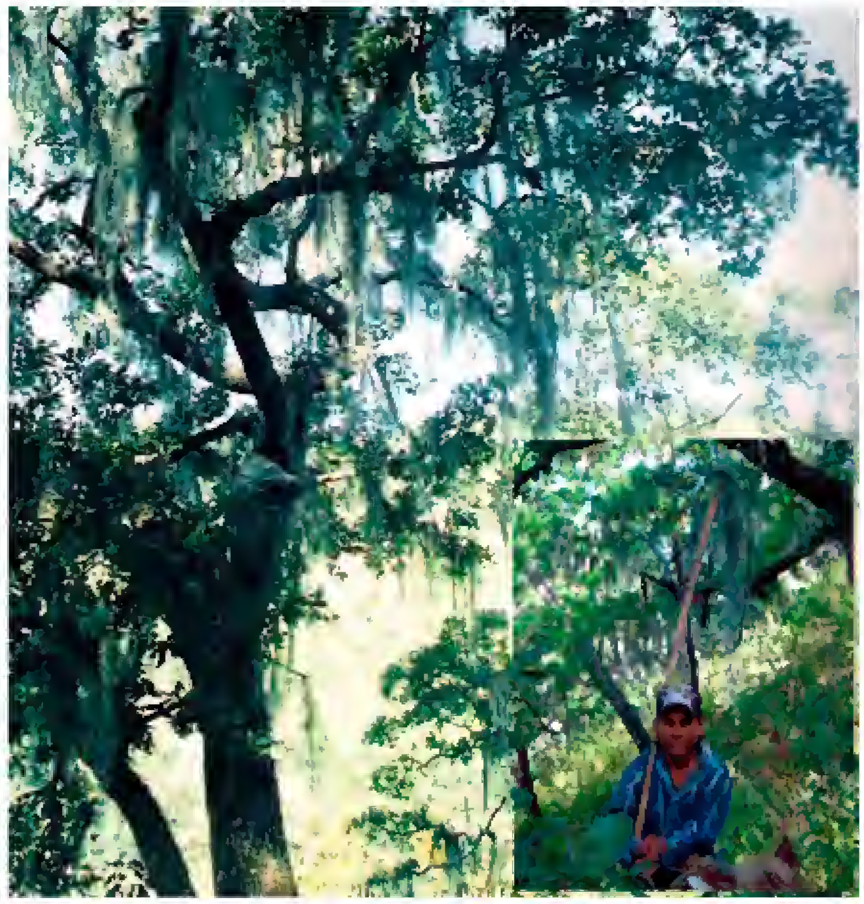


**Figura 2.** *Tillandsia usneoides* sobre árbol de encino en Cerro Grande. Recuadro: recolector de paiste. Foto: J. Cevallos-Espinosa.

Esta actividad deja ingresos económicos a hombres, mujeres y niños, que complementan otras actividades básicas. Sin embargo, para las mujeres y los niños a menudo es la única fuente de ingreso. La comercialización del producto está a cargo del propio ejido; de cada kilogramo de paiste vendido éste paga 90% al recolector y retiene 10% para utilizarse en obras de beneficio común dentro de la localidad. El ejido vende el producto a un solo comprador, quien lo transporta y revende en mercados y tiendas de las ciudades de Villa de Álvarez y Colima, principalmente (Cevallos *et al.* 2005, Villafaña 2006).

## El otate

Es un bambú de la familia Poaceae que se distribuye principalmente sobre las barrancas y lade-

ras de pendientes pronunciadas en la vertiente suroeste de Cerro Grande. Puede formar grandes manchones de "otatales" puros o se entremezcla con el bosque tropical caducifolio (Vázquez-López 1995).

Al igual que la mayoría de los bambúes, el otate se puede propagar de forma vegetativa a partir de un rizoma (tallo subterráneo), el cual produce un gran número de tallos anualmente. También tiene reproducción sexual, aunque la floración se presenta después de largos periodos que pueden durar hasta décadas. Cuando el otate florece el rizoma muere y la recuperación de la población depende entonces de que las semillas germinen y las nuevas plántulas logren llegar a un estado adulto, este proceso puede durar de siete a diez años. Debido a las características biológicas de la especie, su aprovechamiento puede verse limitado durante estos eventos reproductivos, pues el recurso disminuye drásticamente y en consecuencia la producción de artesanías y demás productos puede verse interrumpida (Vázquez-López 1995).

El otate se emplea para diferentes fines; los pobladores del ejido Platanarillo utilizan los tallos más viejos como material de construcción, tutores de cultivos agrícolas y mangos de escobas de palma. La extracción del recurso consiste en cortar fragmentos del tallo con las dimensiones requeridas para cada fin. Los tallos más jóvenes son utilizados para la manufactura de la cestería, por ser flexibles, lo cual requiere de un proceso de transformación de la materia prima. El recolector selecciona y extrae los tallos jóvenes con apariencia sana. El artesano utiliza las "costillas", "urdideras" e "hilos", que son segmentos longitudinales de otate, con diferentes



Figura 3. Tallos de otate, en la selva baja caducifolia. Recuadro: artesano del ejido Platanarillo elaborando una canasta pizcadora. Foto: J.M. Vázquez-López.

anchos y longitudes con los que se estructuran y tejen artesanías regionales como: canastas pizcadoras, chiquihuites, sombreros, cestos pequeños, etc. La recolección de tallos es realizada durante todo el año, sobre todo por las familias cuyo único ingreso es esta actividad extractiva (figura 3).

Para el caso de la cestería el mayor pico de recolección se presenta en los meses de octubre a noviembre, por la alta demanda de canastas pizcadoras en el mercado agrícola previo a la cosecha del maíz. La recolección de otate y elaboración de cestería es una actividad riesgosa y difícil, por lo cual está a cargo de los hombres de la comunidad; la participación de las mujeres se limita a la preparación del material o a la elaboración de algunas artesanías como chiquihuites o cestos pequeños (Vázquez-López 1995).

## La tila

La tila es un árbol de la familia Theaceae, muy común en el bosque mesófilo de montaña y en los encinares que se localizan en las partes más altas de Cerro Grande. Sus frutos y flores son empleados para la elaboración de una infusión con fines relajantes (figura 4). La tila puede ser colectada durante todo el año, pero se extrae con mayor intensidad durante la estación seca (Benz *et al.* 1996).

Las mujeres, junto con sus hijos, son quienes más se dedican a la recolecta de tila, ellas caminan hasta dos horas para llegar a los sitios de colecta donde recogen los frutos y flores del suelo o bien lo colectan cortándolo de las ramas del árbol, trepando los niños a los árboles e incluso desramándolos en bajas intensidades para obtener un mayor volumen del producto (Van der Pijl 1996). Cuando los sitios de colecta quedan cerca de la comunidad las señoras utilizan escaleras para colectar las ramas más altas.



**Figura 4.** Flor de tila o trompillo (*Ternstroemia lineata*). Foto: J.J. Rosales-Adame.

El producto pasa después por un proceso de secado al sol que puede durar hasta ocho días, luego de esto el producto se almacena hasta juntar suficiente material para su venta (Van der Pijl 1996). Cada familia recolecta entre 60 y 100 kg por temporada, dependiendo si es una sola persona o si participan más miembros de la familia (Marshall y Newton 2003). La comercialización del producto es realizada por las mujeres, algunas veces apoyadas por los esposos. No hay organización para la venta, así que cada quien lleva y vende su producto en los mercados regionales o en tiendas de plantas medicinales de las ciudades de Colima, Minatitlán y Villa de Álvarez (Van der Pijl 1996).

## La tenencia de la tierra y el acceso a los recursos

Una característica común de las actividades de extracción de los RFNM en Cerro Grande es que son explotados con mayor intensidad por las familias de escasos recursos, sobre todo aquellas que no tienen acceso a la tierra; muchos de ellos son hombres, mujeres y niños quienes se ven en la necesidad de supeditarse a normas comunitarias que regulan el acceso.

Los regímenes de tenencia de la tierra influyen sobre cómo son manejados y aprovechados los recursos naturales. Las áreas de extracción que se encuentran a libre acceso son más susceptibles a una falta de regulación y por lo tanto a una mayor degradación de los recursos (Marshall *et al.* 2006). Los tres recursos aquí descritos son aprovechados en terrenos dentro de un área natural protegida, como lo es la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, lo que implica ya

una regulación bajo las normas mexicanas para su aprovechamiento. La NOM-011-RECNAT (SEMARNAT 1996), regula los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento para el paiste, la NOM-005-RECNAT para el otate y la NOM-007-RECNAT para la tila (SEMARNAT 2001).

Aunque los recursos bajo explotación se ubican en tierras comunales de los ejidos La Laguna, El Terrero y Platanarillo, el acceso a ellos es en cierta forma libre para los miembros pertenecientes a las comunidades ejidales, ya que cada ejido ha establecido acuerdos internos que regulan el acceso. Cuando los recolectores no son quienes tienen los derechos ejidales, como es el caso de los recolectores de paiste y algunos de otate, se llega a acuerdos con la comunidad ejidal y se paga un porcentaje simbólico por la extracción del recurso (Vázquez-López 1995, Cevallos 2005, Villafaña 2006). En el caso de la tila, recolectada por mujeres y niños que no cuentan con derechos de propiedad de la tierra, el acceso al recurso es libre, sin embargo, para recursos como la madera o la tierra de monte el acceso sólo lo tienen los miembros de la comunidad ejidal (Van der Pijl 1996).

## Trabajo pesado, poco mercado y bajos precios

La actividad de extracción de RFNM es muchas veces limitada por los riesgos implícitos en esta actividad, por la poca facilidad para su transportación y por la falta de estrategias para la comercialización de los productos. Los campesinos recolectores de tila, paiste y otate que tienen otras opciones productivas, generalmente abandonan las actividades extractivas por los riesgos a los que se exponen durante las largas jornadas de cosecha, como caerse de un árbol, herirse con las herramientas de trabajo o ser mordido por algún animal ponzoñoso. Debido a lo anterior los campesinos frecuentemente optan por realizar otras actividades productivas que implican menos esfuerzo y riesgo, como el emplearse de jornaleros en el caso de los hombres o la elaboración de artesanías (bordados) en el caso de las mujeres (Villafaña 2006, Marshall *et al.* 2006).

Además de los riesgos de extracción, la comercialización ha sido una de las principales limitantes en el aprovechamiento de estos recursos. Esto en parte se debe a la falta de experiencia y organización para la negociación de precios, aunado a la carencia de infraestructura y la baja capacidad de suministro a la demanda de productos. Estos factores también han frenado la búsqueda de nuevos mercados, sobre todo nacionales e internacionales. La situación económica marginal de los recolectores y la falta de organización interna los coloca a expensas de acaparadores e intermediarios, lo que impide mejorar las condiciones de venta y precio de los productos (Vázquez-López 1995, Marshall *et al.* 2006, Villafaña 2006).

Aunque en Cerro Grande ha habido experiencias en la formación de cooperativas para la comercialización de productos, éstas no se han mantenido debido a la falta de apropiación del proyecto por parte de la comunidad y por la dependencia a la asesoría y recursos gubernamentales. En el caso del otate se creó una cooperativa para la venta de artesanías y cestería, a través de la cual se lograron mejorar los precios de los productos por la venta directa; sin embargo, esta organización se desintegró debido

a las características biológicas del otate que limitaron el suministro de materia prima y a la finalización de la asesoría institucional (Vázquez-López 1995).

La comercialización del paiste a través del ejido ha funcionado, pero por la falta de medios para transportarlo, la comunidad se ve en la necesidad de vender la producción a un intermediario, quien determina las condiciones de precio y volúmenes de venta. Los propios pobladores conciben al intermediario como la única forma de comercialización, sin visualizar otras alternativas con los usuarios directos del producto (Villafaña, 2006).

El género también está dentro de los factores que limitan el mercadeo de este tipo de recursos. Las mujeres que comercializan tila son víctimas del abuso de los intermediarios y comerciantes, quienes les pagan menores precios por sus productos, incluso no las consideran competentes en las negociaciones de venta. Ellas tampoco cuentan con acceso a los medios de transporte para salir de la comunidad, por lo tanto tienen que invertir parte de las ganancias por la venta del producto, o esperar a que sus esposos, cuando cuentan con vehículo, tengan alguna diligencia hacia los puntos de venta. Las mujeres tienen poco tiempo para la venta del producto por las actividades propias del hogar, incluso pueden no contar con la aprobación del marido para dedicarse a esto (Van der Pijl 1996).

## Los efectos de la cosecha y el aprovechamiento sustentable

La susceptibilidad de las especies a los efectos de la cosecha depende de factores tales como: las características biológicas de cada una, el tipo de recurso que se extrae, o la forma e intensidad de extracción a la que son sujetas las poblaciones de plantas (Peters 1996). Por ejemplo, una de las características biológicas que limitan el aprovechamiento del otate y a la vez determina la disponibilidad de recurso son los periodos de reproducción sexual. Los artesanos y recolectores saben que después de un periodo de floración sobreviene la muerte masiva de las poblaciones de esta especie y en consecuencia una disminución drástica de la materia prima. Sin embargo, las características biológicas del otate también pueden favorecer su aprovechamiento. Se ha observado que la producción de tallos nuevos depende de la densidad de los tallos maduros, es decir, a mayor densidad de tallos maduros menor es la producción de nuevos tallos, por lo tanto la extracción tradicional que se desarrolla en Platanarillo puede, de alguna forma, estar influyendo positivamente en la dinámica de crecimiento de las poblaciones de otate (Vázquez-López *et al.* 2000, Vázquez-López *et al.* 2004).

Existen diferencias en los efectos de la extracción dependiendo de cuál es la parte de la planta que se extrae. Por ejemplo: las consecuencias de extraer propágulos reproductivos como flores o frutos, como en el caso de la tila, serán diferentes a lo que se observa si se extrae toda la planta, como el caso del paiste, o bien al de la extracción de sólo hojas o de corteza. En el caso del paiste, donde se extrae toda la planta, el efecto en el corto plazo ha sido la disminución de los volúmenes del producto en las zonas con mayor intensidad de extracción; aunque estos efectos no han sido tan drásticos debido a su buena plasticidad reproductiva (vegetativa y sexual), esto le permite sobreponerse relativamente rápido a los niveles de extracción actuales.

Las estrategias para mitigar los daños causados por la extracción de paiste deben considerar la rotación de los sitios de cosecha para dar tiempo a que las poblaciones se recuperen, o bien asegurar que se establezcan estrategias que permitan la sobrevivencia de los recursos aprovechados (Cevallos *et al.* 2005).

En el caso de la tila los efectos generados por algunas de las prácticas del aprovechamiento (desrame de los árboles), aún no han sido realmente determinados. Sin embargo, podrían derivarse en el corto plazo en posibles daños en el vigor de la planta (árbol), o bien en un posible beneficio por el efecto de la poda. Debido a la extracción de frutos podría manifestarse disminución en la capacidad de regeneración de la especie. Aunque, como se ha mencionado, no se ha estudiado cuál es la respuesta de los árboles a los daños causados por esta actividad. Se ha observado que la tila es un vigoroso "rebrotador", lo que le permite recuperarse a la poda de ramas que se ejerce durante el aprovechamiento; además, ha demostrado ser una especie con una gran capacidad de germinación y de rápido crecimiento (Figueroa-Rangel y Olvera-Vargas 1999, 2000, Olvera-Vargas *et al.* 2006), por lo que los efectos sobre la regeneración al parecer no han sido significativos (Marshall y Newton 2003).

Si bien factores como la ganadería extensiva y los incendios forestales, en las áreas donde se encuentran estos recursos, no están relacionados directamente con su aprovechamiento, se ha encontrado que influyen de manera importante en la estabilidad de las poblaciones de las especies, principalmente por la modificación del hábitat en los sitios de distribución de las especies y en la destrucción de semillas y renuevos, poniendo en riesgo el mantenimiento de las poblaciones. La disminución en cantidad y calidad del recurso son daños que finalmente se traducen en una baja en el ingreso económico de la gente local.

El manejo sustentable de los recursos forestales no maderables requiere de protocolos que evalúen la capacidad de respuesta de cada especie en particular, tomando en cuenta la parte de la planta o el recurso que está siendo utilizado y la tasas de extracción a las que esté siendo sujeta la especie, para que se determinen los niveles óptimos de cosecha que permitan de forma suficiente asegurar la regeneración continua de las poblaciones bajo explotación (Vázquez-López *et al.* 2002). A la par, se deben buscar nuevas alternativas de comercialización que generen un óptimo retorno económico para la mejora de las condiciones de vida de las familias, que dependen de este tipo de recursos silvestres, quienes actualmente viven en condiciones de alta marginación, pobreza y vulnerabilidad.

## Referencias


Benz, F.B., M.F. Santana, E.J. Cevallos, *et al.* 1993. *Quantifying use and evaluating value of ethnobotanical resources in the sierra de Manantlán biosphere reserve, México*. Paper presented at The Society for Conservation Biology Conference. Tempe, Arizona.

Benz, F.B., M.F. Santana, E.J. Cevallos y R. Pineda-López, *et al.* 1994. Characterization of mestizo plant use in the Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. *Journal of Ethnobiology* 14(1):23-41.

Benz, F.B., E.J. Cevallos, M.E. Muñoz M. y M.F. Santana M. 1996. Ethnobotany serving society: a case

study form the sierra de Manantlán biosphere reserve. SIDA 17(1):1-16

Cevallos, E.J. 1992. *El papel nutricional de los quelites en las comunidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara (UDG).

Cevallos, E.J., M.S. Villafaña, C.J. Rodríguez-García, *et al.* 2005. Estudio técnico justificativo para el aprovechamiento del paiste *Tillandsia usneoides* L. (Bromeliaceae) en el ejido La Laguna, municipio de Tolimán, Jalisco. Reporte Técnico. Departamento de Ecología y Recursos Naturales/Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR)/UDG.

Cuevas, G.R., B.F. Benz y P.E. Jardel P. 1997. Sierra de Manantlán. En: *Centres of plan diversity. III. The Americas*. S.D. Davis, B.H. Heywood, D.M. Herrera, J. Villa-Lobos y A.C. Hamilton (eds.). World, pp. 148-152.

Cuevas, G.R., E.V. Sánchez-Rodríguez, J.A. Solís-Magallanes, *et al.* 2006. Evaluación de las poblaciones e información biológica del zacate soromuta (*Muhlenbergia macroura*: Gramineae) ejido Lagunitas, municipio de Comala, Colima. Estudio técnico. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (IMECBIO)/Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR)/UDG.

Cuevas, G.R., H.L. Guzmán H., G.S. Moreno y M.F. Santana. 1998a. Flora arbórea del estado de Colima: una aproximación. *Memorias del VII Congreso Latinoamericano de Botánica y XIV Congreso Mexicano de Botánica*. México, D.F.

Cuevas, G.R., N.M. Núñez L., H.L. Guzmán H. y F.J. Santana M. 1998b. El bosque tropical caducifolio en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. Época. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 3(5):445-491.

De Beer, J.H. y M.J. McDermot. 1989. The economic value of non timber forest products. En: *S.E. Asia*. 2a ed. Netherlands Committee for the *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), Amsterdam.

FAO. Food and Agriculture Organization. 1995. Non-wood forest products for rural income and sustainable forestry. Non-wood Forest Products 7. FAO, Rome.

Figueroa-Rangel, B.L. y M. Olvera-Vargas. 1999. Dinámica de la composición de especies en bosques de *Quercus crassipes* H. *et.* B. en Cerro Grande, sierra de Manantlán, México. *Agrociencia* 34(1):91-97.

——— . 2000. Regeneration patterns in relation to canopy species composition and site variables in mixed oak forests in the Sierra de Manantlán Biosphere Reserve, México. *Ecological Research* 15:249-261.

Graf M., S. y V. Bedoy. 1989. *Diagnóstico socioeconómico del ejido El Terrero, Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán*. Laboratorio Natural Las Joyas, UDG. Informe Interno. El Grullo, Jalisco.

IMECBIO. Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad. 2000. Diagnóstico integral y plan de manejo de los recursos naturales: ejido Platanarillo, municipio de Minatitlán, Colima. UDG. Autlán de Navarro, Jalisco. México.

INE y SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México.

Jardel, P. (coord.). 1992. *Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán*. Editorial de la Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.

Marshall, E. y A.C Newton. 2003. Non-timber forest products in the community of El Terrero, sierra de Manantlán biosphere reserve, México: is their use sustainable? *Economic Botany* 57(2):262-278.

Marshall, E., K. Schreckenberg y A.C. Newton (eds.). 2006. *Comercialización de productos forestales no*

*maderables: factores que influyen en el éxito. Conclusiones del estudio de México y Bolivia e implicaciones políticas para los tomadores de decisión*. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación de PNUMA, Cambridge, Reino Unido.

Olvera-Vargas, M., B.L. Figueroa-Rangel y F. Borges. 2000. Zonation and management of mountain forest en the sierra de Manantlán, México. En: *Zonation and management of mountain forest particularly on volcanoes*. Van der Maarel E. (ed.). Opulus Press, Uppsala, Suecia, pp.17-22.

Olvera-Vargas, M., B.L. Figueroa-Rangel, J.M. Vázquez-López y N. Brown. 2006. Dynamics and silviculture of montane mixed oak forest in western México. *Ecological Studies* Vol. 185:363-374.

Peters, C.M. 1996. *The ecology and management of non-timber forest resources*. World Bank. Estados Unidos de América.

Rosales, A.M.P., J.J. Rosales-Adame y M.H. Graf. 1996. Obtención de un índice de marginación social por localidades en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán utilizando métodos multivariados. Informe Técnico. IMECBIO/UDG.

Rzedowski, J. 1978. *La vegetación de México*. Limusa, México, D.F.

Santana-Michel, F.J., N. Cervantes y R.N. Jiménez. 1998. Flora melífera del estado de Colima, México. *Boletín del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara* 6:251-277.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-011-RECNAT. Publicada el 17 de enero de 1995 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

———. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-005-RECNAT. Publicada el 12 de enero de 1995 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

———. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-007-RECNAT. Publicada el 13 de enero de 1995 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

———. 2001. Especies con Usos No Maderables en Bosques de Encino, Pino y Pino-Encino. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/pfnm*>, última consulta: 25 de agosto de 2015.

Van der Pijl, Y.H. 1996. Women's roles and gender differences: the case of the ejido El Terrero. Dept. of Sociology of Rural Development. Wageningen Agricultural University (NTU), Países Bajos.

Vázquez-López, J.M., J.J. Rosales-Adame y E.J. Cevallos. 2002. Problemática actual en el uso y manejo de dos recursos forestales no maderables en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Ponencia presentada en: *V Congreso Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México*. Guadalajara, Jalisco, México.

Vázquez-López, J.M. 1995. *Estudio etnoecológico del aprovechamiento del otate (Otatea acuminata (Munro) Cald. & Sod.* subsp. *astecorum Guzmán, Anaya & Santana) en el ejido Platanarillo, municipio de Minatitlán, Colima*. Tesis de licenciatura. UDG. Jalisco.

———. 2004. Effects of harvesting on the structure of a neotropical woody bamboo (*Otatea*: Guaduinae) populations. *Interciencia* 29(4):207-211.

Vázquez-López, J.M., B.F. Benz, M. Olvera-Vargas y M.S.H. Graf. 2000. Structure of populations of otate (*Otatea acuminata* subsp. *astecorum:* Poaceae) in harvested stands. *SIDA* 19(2):301-310.

Vázquez, G.J.A. 1995. *Gradient analysis of neotropical montane forest*. Tesis de doctorado. University of Wisconsin (UW). Wisconsin.

Villafaña, C.M.S. 2006. *Evaluación del aprovechamiento de las poblaciones naturales de Tillandsia usneoides* L. *en el ejido La Laguna, municipio de Tolimán, Jalisco*. Tesis de licenciatura en ingeniería en recursos naturales y agropecuarios. Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR)/UDG.

# Pago por servicios ambientales como instrumento de conservación

Sergio Graf Montero

Paola Bauche Petersen

Angélica Lizeth Jiménez Hernández

## Introducción

Los servicios ambientales son aquellos procesos naturales que otorgan algún beneficio a la sociedad y de los cuales dependemos para la vida diaria (Daily 1997). Estos incluyen la formación de suelo, necesaria para la agricultura; la regulación del sistema hidrológico, para el abastecimiento de agua; la captura de carbono, que ayuda a reducir los efectos del desarrollo industrial; entre otros. Tradicionalmente estos servicios se consideraban una "externalidad del mercado" (Torres y Guevara 2002), es decir, un beneficio que nadie pagaba o un costo por el que no existía compensación; sin embargo, a medida que existe mayor evidencia sobre las consecuencias del deterioro de los ecosistemas, la cuantificación y valoración de sus servicios empiezan a ser considerados para la realización de políticas de manejo de los recursos naturales (Echavarría 2003).

Con el objetivo de cuantificar los servicios ambientales, y en un esfuerzo de incluirlos en los mercados, han surgido iniciativas basadas en compensaciones económicas o monetarias llamadas, pago por servicios ambientales (PSA). En gran medida, el PSA surge del propósito por reconocer el esfuerzo de los dueños de las tierras en donde se generan estos servicios y quienes se enfrentan a pérdidas económicas al ingresar a esquemas de conservación y desarrollo sustentable. En la actualidad, el pago o compensación incluye subsidios del estado e iniciativas de la sociedad civil para que los dueños de los terrenos forestales adopten usos de suelo que permitan conservar las funciones de los ecosistemas.



Graf, M.S., P. Bauche P. y A.L. Jiménez H. 2016. Pago por servicios ambientales como instrumento de conservación. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 576-582.

## Programa de Pago por Servicios Ambientales de la CONAFOR

Con la finalidad de conservar los ecosistemas en los que se generan estos servicios, el Gobierno Federal, a través de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), emprendió dos iniciativas a partir de 2003: el programa de pago por servicios ambientales hidrológicos (PSAH); y desde el 2004 el programa para desarrollar el mercado de servicios ambientales por captura de carbono, los derivados de la biodiversidad y para fomento del establecimiento y mejoramiento de sistemas agroforestales (PSA-CABSA).

En Colima existen actualmente 6 603.6 ha incorporadas a los programas de pago por servicios ambientales, correspondiendo 5 151.6 ha a PSAH y 1 452 ha a PSA-CABSA. Estos programas benefician a 22 predios que corresponden a seis ejidos, una comunidad indígena y 15 pequeños propietarios. Las áreas beneficiadas por el PSAH y el PSA-CABSA se encuentran localizadas en el volcán de Colima, Cerro Grande y los alrededores de Minatitlán, mientras que los apoyos específicos para sistemas agroforestales se localizan en el municipio de Manzanillo (figura 1). Los ecosistemas mejor representados en las áreas bajo conservación, por medio del pago por servicios ambientales, corresponden a bosques templados y selvas secas subcaducifolias.

Actualmente, el Gobierno Federal, principalmente a través de la CONAFOR, ha fungido como el "comprador" de los servicios ambientales en el estado; sin embargo, existe una iniciativa para impulsar la creación de un esquema local de pago por servicios ambientales entre los usuarios del agua y los dueños de las tierras en la región de Cerro Grande, como se explica a continuación.

## Mecanismo local de compensación por servicios ambientales hidrológicos en Cerro Grande

La zona de Cerro Grande es uno de los sitios más importantes para la conservación de la biodiversidad en Colima. Se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM), en la cuenca del río Ayuquila-Armería, y se destaca por la ausencia de corrientes de agua superficiales y permanentes, así como por la presencia de un sistema de cavernas y resumideros por los cuales el agua de lluvia se infiltra para posteriormente emerger en varios puntos llamados resurgencias. Entre las resurgencias más importantes se encuentra el manantial El Cóbano en Zacualpan, el cual arroja en promedio 2 300 lt de agua por segundo, de los cuales 1 000 lt se derivan por un acueducto para abastecer a 90% de los más de 200 mil habitantes de la zona conurbada de Colima-Villa de Álvarez (ZCCVA), que corresponde a más de 40% de la población total del estado.

En Cerro Grande se encuentran siete comunidades agrarias donde habitan tres mil personas en condiciones de alta y muy alta marginación. Algunas de estas comunidades se vieron afectadas con el decreto de creación de la RBSM, ya que el establecimiento de zonas núcleo o de protección estricta limitó la posibilidad de aprovechamiento de un amplio espectro de recursos naturales. Por esta razón, dentro de la agenda de desarrollo forestal del consejo asesor de la

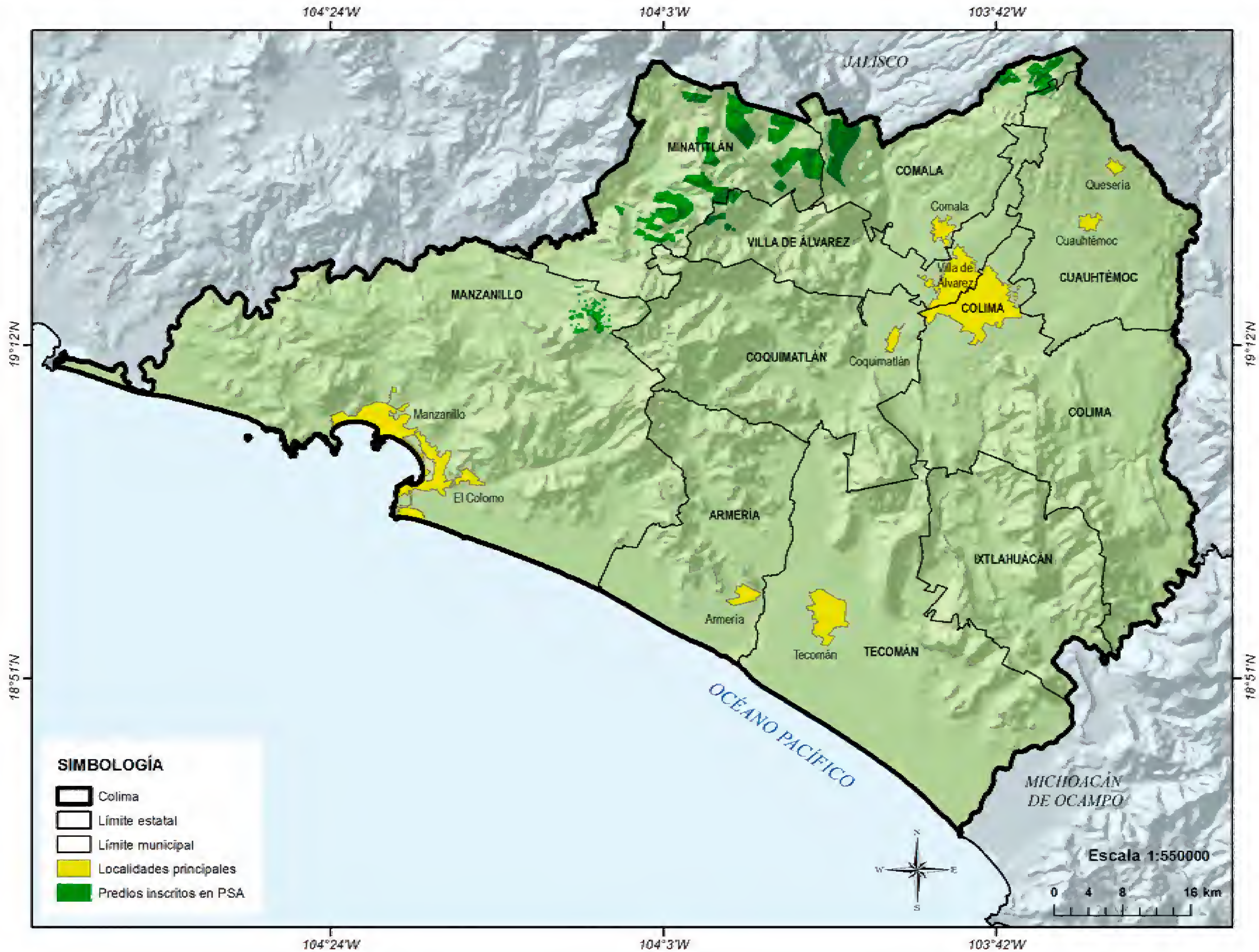



**Figura 1.** Ubicación de los polígonos de las propiedades inscritas en los programas de pago por servicios ambientales.
Fuente: elaboración propia.

Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, se impulsó la generación de condiciones para la creación de un mecanismo compensatorio a largo plazo. Dicho mecanismo se basa en los servicios ambientales que esta montaña genera, principalmente el abastecimiento de agua potable para la población de la ZCCVA.

El mecanismo compensatorio pretende incidir sobre las amenazas de deterioro de las fuentes de aprovisionamiento de agua potable. La conservación de los bosques y el desarrollo sustentable de las comunidades que viven en Cerro Grande, se consideran primordiales para mantener la cantidad y calidad del agua que aprovecha la ZCCVA; sin embargo, los costos que esto implica no pueden ser asumidos exclusivamente por los dueños y poseedores de esas tierras, por esta razón se pretende que este programa reduzca la marginación y pobreza imperante en las comunidades; es decir, que se generen oportunidades para incrementar el nivel de ingresos de la población y se consoliden sus capacidades de desarrollo.

## Mecanismo local propuesto

Con base en la revisión de diversas experiencias, se propuso el establecimiento de un fondo o fideicomiso privado irrevocable, integrado con recursos mixtos, como mecanismo para la compensación del servicio ambiental de la ZCCVA a Cerro Grande (áreas de captación hidrológica; figura 2). El fideicomiso Cerro Grande, constituido en el 2010 por el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible y el Banco del Bajío, cuenta con un Comité Técnico integrado por actores de diversas instituciones, entre ellos la Comisión Nacional Forestal, la Comisión de Áreas Naturales Protegidas, la Secretaría de Desarrollo Rural, la Comisión Estatal de Agua de Colima, la Comisión Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Colima y Villa de Álvarez (CIAPACOV), la Universidad de Colima, la Universidad de Guadalajara, el Subconsejo de Cerro Grande y la Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente, A.C.

Los beneficios del mecanismo local de compensación por servicios ambientales hidrológicos en Cerro Grande serán destinados a las 3 mil personas que viven en las comunidades y ejidos de la zona. Asimismo, el agua captada en Cerro Grande proporcionará el vital líquido a la zona conurbada de Colima-Villa de Álvarez. La figura 2 representa el esquema del mecanismo de compensación por servicios ambientales hidrológicos de Cerro Grande, éste funciona con la recaudación monetaria de los habitantes o beneficiarios del servicio ambiental a través de su recibo de agua de la CIAPACOV. El recurso es ingresado al Fideicomiso Cerro Grande, junto con los donativos de otras fuentes como de la iniciativa privada, gobierno estatal y federal. El Comité Técnico evalúa la viabilidad de aplicación de los recursos con base en la dictaminación de la Comisión de Evaluación y hacia las líneas de acción establecidas.

Cabe mencionar que estas líneas de acción son enunciativas, más no limitativas, ya que existirá una relación contractual con los beneficiarios y a su término se entregarán al Comité Técnico informes, tanto de seguimiento como de finalización. Los proyectos apoyados estarán regidos por los instrumentos de gestión del área natural protegida, tales como el programa de manejo de la reserva y ordenamientos territoriales, entre otros.

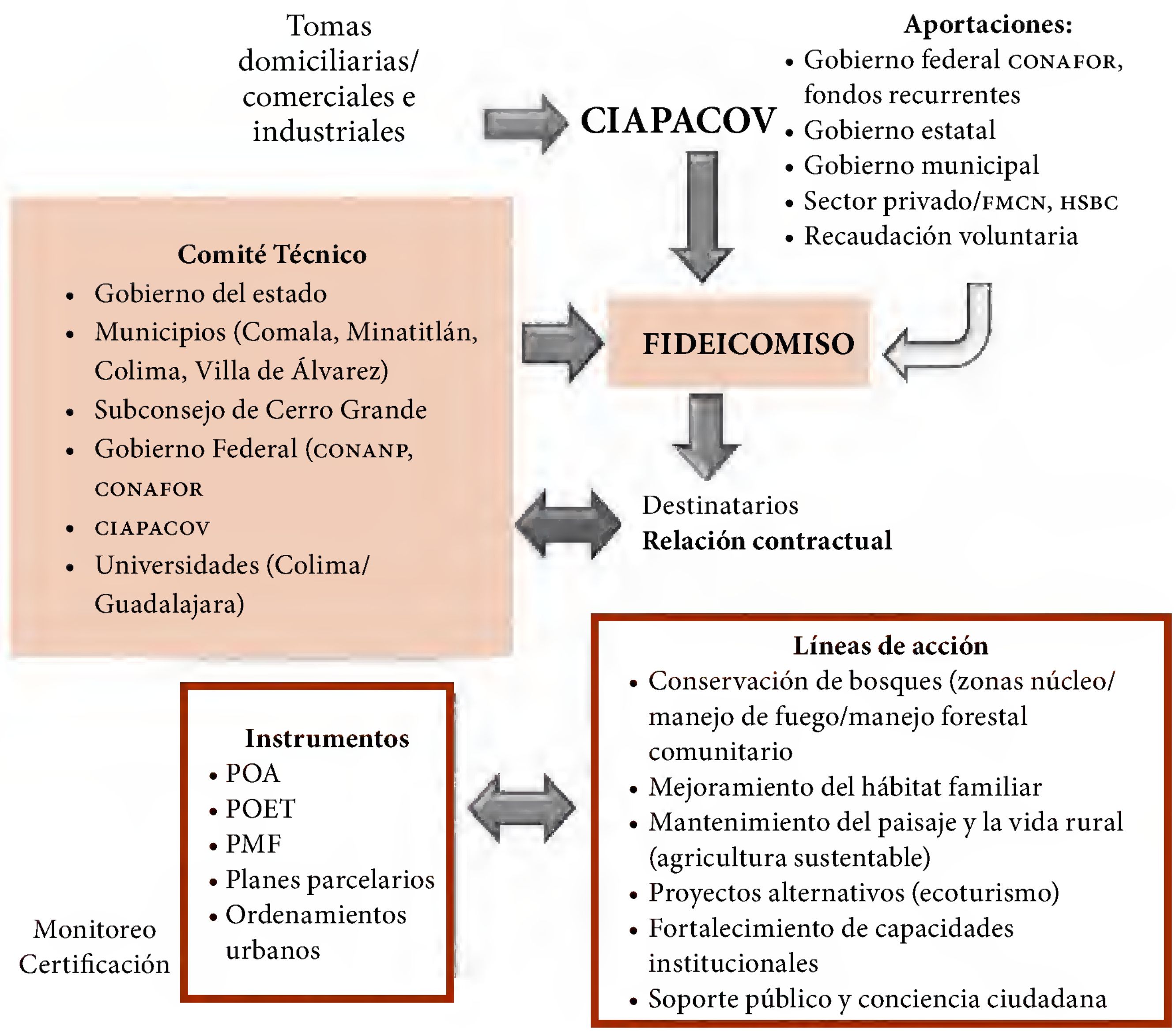



**Figura 2.** Modelo conceptual del mecanismo local de compensación por servicios ambientales. Fuente: elaboración propia.

## Líneas de acción e instrumentos regulatorios

En el cuadro 1 se describen los componentes e interacciones mostrados en el modelo propuesto para aplicar los mecanismos de compensación de servicios ambientales. Como punto de partida se consideran las amenazas o presiones detectadas en Cerro Grande, como fundamentos para desarrollar cinco líneas generales de acción, las cuales se considera tendrán incluso un impacto positivo en la mitigación de los efectos potenciales de cambios climáticos.

## Espacios de coordinación

El buen funcionamiento de un esquema de compensación por servicios ambientales depende de la participación de todos los actores involucrados. Por esta razón es muy importante que las comunidades donde se genera el servicio ambiental cuenten con un espacio de deliberación y coordinación que les permita una mejor interacción con los usuarios del servicio ambiental y que sus intereses sean tomados en cuenta.

En los esquemas de compensación por servicios ambientales hidrológicos, es común que los beneficiarios del servicio ambiental demanden una disminución o suspensión de las actividades económicas realizadas en la cuenca, lo que afecta la calidad del servicio tanto como la extracción de madera, mientras que los propietarios de los terrenos donde se capta el agua buscan mejorar sus condiciones de vida y mantener sus actividades económicas. La adecuada comunicación entre proveedores y demandantes de un servicio ambiental, constituyen un aspecto crucial para evitar conflictos en la implementación de un

Cuadro 1. Líneas de acción e instrumentos regulatorios propuestos para aplicar los mecanismos de compensación de servicios ambientales en Cerro Grande, Colima. Fuente: elaboración propia.

<table>
<tr><th>Líneas generales de acción</th><th>Acciones específicas</th><th>Instrumentos regulatorios</th></tr>
<tr><td>Manejo y conservación de bosques</td><td>Protección y vigilancia<br>Prevención, control y manejo del fuego<br>Sanidad forestal<br>Restauración de áreas degradadas<br>Manejo de recursos maderables y no maderables<br>Conservación y manejo especial en zonas núcleo</td><td rowspan="5">Programa de manejo de la RBSM<br><br>Programas de ordenamiento ecológico territorial (estatal, regional, local)<br><br>Programas de desarrollo de los centros de población<br><br>Acuerdos de asamblea de ejidos y comunidades<br><br>Planes de manejo de recursos naturales aprobados por las autoridades normativas correspondientes<br><br>Plan rector de visita pública de Cerro Grande<br><br>Programa operativo anual que sea aprobado por el subconsejo de Cerro Grande y por el comité técnico del fideicomiso</td></tr>
<tr><td>Diseño de alternativas productivas sustentables</td><td>Buenas prácticas agrícolas (conservación de suelos, incorporación de residuos, reemplazo de agroquímicos, etc.)<br>Sistemas agroforestales<br>Manejo de la visita pública y desarrollo de la actividad turística (naturaleza y rural)</td></tr>
<tr><td>Mejoramiento del hábitat familiar o de los centros de población</td><td>Manejo multipropósito del agua en el centro de población (captación, uso, tratamiento y reuso)<br>Gestión integral de los residuos sólidos<br>Desarrollo de espacios sustentables (construcciones con métodos tradicionales, enriquecidos con sistemas de captación y almacenamiento de agua, tratamiento de desechos humanos, fuentes alternativas de energía) y su integración al paisaje</td></tr>
<tr><td>Fortalecimiento institucional</td><td>Organización, gestión y aplicación de recursos<br>Capacitación<br>Formación de capital humano</td></tr>
<tr><td>Soporte público y conciencia ciudadana</td><td>Educación ambiental<br>Difusión</td></tr>
</table>

mecanismo de compensación. Es por lo anterior que para la consolidación de un mecanismo de esa naturaleza, además del propio Comité Técnico del Fideicomiso, se visualiza la creación de dos plataformas de participación:

**Subconsejo de Cerro Grande.** Integrado por los representantes de las siete comunidades de Cerro Grande. En éste se proponen las necesidades y las acciones para el adecuado manejo y conservación de Cerro Grande, las cuales serán analizadas en el seno del Comité Técnico del Fideicomiso y su respectiva Comisión de Evaluación y Dictaminación, para la aprobación de los recursos financieros para las acciones enmarcadas en el Programa Operativo Anual.

**Consejo Cívico del Agua.** En él se encuentren representados los principales sectores usuarios del servicio ambiental, que en este caso son los ubicados en la zona conurbada de Colima-Villa de Álvarez, que se abastecen del agua proveniente del acueducto de Zacualpan (manantial El Cóbano). Este Consejo puede estar conformado por representantes de: cámaras empresariales (industria, construcción, restauranteros, comerciantes), institutos, representantes de comités de barrio, ciudadanos con liderazgo reconocido socialmente, medios de comunicación, ONG, entre otros. Éste tendrá la función de validar y difundir, hacia el resto de la sociedad, el uso de los recursos otorgados por el fideicomiso y los resultados obtenidos en torno a la conservación y manejo de los bosques de Cerro Grande, como medio para seguir teniendo agua en la ZCCVA. Dentro de las actividades de este Consejo estará dar a conocer, anualmente, al resto de la población (en sus distintos sectores), las acciones, avances y resultados.

## Conclusiones

Este proyecto es una iniciativa plural e incluyente que plantea la oportunidad de generar un proceso de solidaridad en la conservación de los recursos naturales del estado, demostrando un esfuerzo compartido por alcanzar la sostenibilidad de los bosques y ciudades, y el bienestar de toda su gente. Esta iniciativa posiciona a la entidad como un ejemplo a nivel nacional en la concertación de mecanismos de compensación local por servicios ambientales, resaltando la capacidad institucional de los actores y la sociedad de Colima.

## Referencias


CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2004. Programa de Servicios Ambientales e Hidrológicos. En: <*http://www.inecc.gob.mx/descargas/con_eco/2009_sem_ser_amb_pres_03_erolon.pdf*>, última consulta: 17 de julio de 2015.

Daily, G. 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press. Washington, D.C. EUA.

Echavarría, M. 2003. Algunas lecciones sobre la aplicación de pago por la protección del agua con base en experiencias en Colombia y Ecuador. En: *III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Desarrollo Sostenible en Cuencas Hidrográficas. Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales. Arequipa, Perú, del 9 al 12 junio de 2003. Arequipa, Perú.

Torres, J.M. y A. Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climatico (INECC). *Gaceta Ecológica* 63:40-59.

# S7

## AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD

*Masticophis anthonyi*. Foto: Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C./
Banco de imágenes CONABIO.



# Resumen ejecutivo

Oscar Báez-Montes

En la presente sección se identifican diferentes amenazas que afectan a la diversidad biológica en Colima, las cuales se asocian principalmente a actividades en ambientes acuáticos y terrestres.

La acuacultura se visualiza como una actividad con potencial para proporcionar aporte proteico y generar ingreso económico a las comunidades; sin embargo, una constante en este tipo de actividad es carecer de las concesiones del uso del agua, lo que contribuye a la sobreexplotación de las aguas superficiales y subterráneas y la generación de aguas residuales, orgánicas e inorgánicas, que causan enriquecimiento de nutrientes y alteraciones físicoquímicas en los ecosistemas acuáticos.

La descarga de aguas residuales sin tratamiento, derivadas de fuentes domésticas, turísticas o industriales, ha ocasionado eventos de incremento de compuestos químicos que afectan los ciclos biológicos. En esta sección se presenta un estudio de caso donde se documentó el efecto del aumento de nutrientes y su vinculación con el cambio de especies de microorganismos nocivos o tóxicos en los ambientes, lo que puede generar la mortandad de peces y daños a la salud humana por el consumo de especies con presencia de estos microorganismos.

Los arrecifes coralinos presentes en la entidad sufren amenazas directas e indirectas que inciden en su salud. El cambio de uso de suelo realizado en la parte continental genera una deposición excesiva de sedimentos que

Báez-Montes, O. 2016. Resumen ejecutivo a Amenazas a la biodiversidad. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 585-586.

inciden en los mecanismos de defensa de los corales e incrementos en su gasto energético. En los sistemas coralinos de La Boquita y Carrizales se han documentado afectaciones, que se manifiestan en decoloración debida a la desaparición de organismos asociados al coral. El turismo es otra actividad que ha mostrado efectos diferenciados en estos dos sistemas; en La Boquita el aporte de sedimentos es el principal factor de amenaza y es derivado de la infraestructura turística; mientras que en Carrizales las afectaciones son causadas principalmente por embarcaciones.

En Colima se presentan poblaciones de tres de las cinco especies de tortugas marinas que habitan en México, cuya abundancia ha disminuido desde hace varias décadas; si bien en parte debido a su historia de vida que las hace vulnerables, pero principalmente ocasionadas por la pesca y el comercio ilegal, el saqueo de hembras y sus nidos, y la modificación y degradación de su hábitat, tanto en su ambiente terrestre como acuático.

En ambientes terrestres el principal factor que amenaza la permanencia de la biodiversidad es el cambio de uso de suelo. Casi una cuarta parte de la superficie estatal ha tenido cambios en 24 años. En este periodo la cobertura forestal se redujo en 20%; 62% de la deforestación estatal se vinculó con cambios de terrenos forestales a agrícolas, 34% con actividades pecuarias y 1.4% con urbanización. Los tipos de vegetación con mayor afectación han sido las selvas bajas y medianas; mientras que por su extensión, la vegetación de galería, dunas costeras, la vegetación de suelos salinos y yesosos, y los cuerpos de agua, han visto disminuida considerablemente su extensión respecto a su superficie total; el fuego, las plagas y el pastoreo intensivo también son causas de degradación de la vegetación.

En otro estudio de caso se presenta la situación actual de la parota (*Enterolobyum cyclocarpum*), árbol emblemático y protegido en el estado que presenta ejemplares notables en los municipios de Colima y Villa de Álvarez, pero cuya conservación y los múltiples servicios ecosistémicos que provee se han visto disminuidos por su paulatina eliminación en las áreas urbanas; también ha disminuido su crecimiento por los efectos del aislamiento al que son sometidos.

Por último, se ha identificado al comercio ilegal como una actividad que pone en riesgo la vida silvestre en el estado. Desde el año 2000 se han asegurado ejemplares de flora y fauna. De las plantas, los ejemplares de la familia Cactaceae han sido los más afectados, mientras que para la fauna fueron las aves y los reptiles. Especial atención requiere el grupo de los Psitácidos (pericos y guacamayas), los cuales son extraídos de sus nidos para su comercio ilícito, por lo que estas especies se encuentran en riesgo. Los efectos del comercio ilegal y la caza podrían ser más acentuados sin una vigilancia y coordinación interinstitucional en la materia.

# Acuicultura y normatividad ambiental

Elisa Andrade-Tinoco

## Introducción

La información que a continuación se presenta es un recuento de la situación de la acuicultura en el estado hasta el año 2007. Actualmente las condiciones han cambiado, sin embargo es importante conocer la problemática suscitada en esos años para retomar las lecciones aprendidas.

Hasta el 2007 el marco regulatorio principal de la acuicultura en México, en materia ambiental, estaba suscrito a lo estipulado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (SEDUE 1988), incluidas sus modificaciones y reglamentos asociados, así como las Normas Oficiales Mexicanas. También forman parte relevante de esta regulación la Ley de Aguas Nacionales (SARH 1992, con sus modificaciones y su reglamento, SARH 1994).

Las instituciones vinculadas a este marco regulatorio son: la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA) y los gobiernos de los estados (en Colima a través de la Secretaría de Desarrollo Rural), debido a la federalización de los recursos de los diversos programas de apoyo a la actividad. De esta manera, los proyectos acuícolas que se llevaban a cabo en el estado debían cumplir con la normatividad correspondiente, que en general consistía en: contar con la autorización en materia de impacto ambiental, la concesión de uso acuícola del recurso agua y el permiso de descarga de aguas residuales,

Andrade-Tinoco, E. 2016. Acuicultura y normatividad ambiental. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 587-597.

además de dar cabal cumplimiento a las normas oficiales mexicanas (NOM) inherentes al sector.

La construcción de estanquería para actividades acuícolas (engorda de tilapia) en Colima inició en los años ochenta como parte de los programas del gobierno federal a través de la SAGARPA. Su orientación consistió en brindar ayuda a las poblaciones rurales para obtener alimentos con alto contenido proteínico que mejoraran el bienestar físico y a la vez generar algún beneficio económico a los habitantes de las comunidades.

Parte de esa infraestructura (estanques rústicos construidos principalmente en terrenos agropecuarios), se encuentra actualmente en abandono; otra parte, después de varios años sin uso, fue rehabilitada y hasta el 2007 estaba operando. Para la realización de esta infraestructura, que data de aproximadamente 30 años, no se realizaron estudios de impacto ambiental, dado que la LGEEPA se publicó hasta 1988. Sin embargo, de 1995 a 2007, en Colima se proyectó desarrollar la acuicultura como una actividad más del sector primario, señalándola en los planes estatales de desarrollo del estado y SAGARPA como una actividad con un potencial de desarrollo elevado y una línea de acción a seguir para el crecimiento económico de la entidad. Lo anterior resultó en la construcción de nueva infraestructura acuícola, no sólo para la producción de tilapia, sino también de camarón.

A pesar de los señalamientos del gobierno, respecto a que la acuicultura (al igual que el resto de las actividades económicas del estado), debía desarrollarse o encaminarse hacia un desarrollo sustentable (Congreso del Estado de Colima 1999; Congreso del Estado de Colima 2004), esta actividad creció de manera no planificada, cumpliendo precariamente con la normatividad ambiental y en materia de aguas que rige a este sector. En su momento se hizo el señalamiento de que al continuar esa situación, en poco tiempo se presentarían serios problemas ambientales en la entidad, tales como la destrucción de vegetación natural, incluido el manglar, la reducción de zonas de refugio para la fauna silvestre, pérdida de suelo por erosión y, el desperdicio y contaminación del agua (con las consecuentes afectaciones a la vida acuática), entre otros.

El presente trabajo tuvo como objetivo elaborar un diagnóstico de la situación en el 2007, establecer tendencias y riesgos ambientales de la acuicultura en el estado con la intención de que este análisis sea de utilidad a los tomadores de decisiones en el sector. La información se obtuvo parcialmente de las diferentes instituciones y organizaciones involucradas. Los datos fueron corroborados en campo y posteriormente se realizó un análisis de la situación prevaleciente en el sector.

## Situación de la acuicultura en el 2007

Hasta el año 2007 se cultivaban principalmente dos tipos de organismos acuícolas, camarón blanco *(Litopennaeus vannamei),* que se cultiva en agua dulce y salobre, y tilapia *(Oreochromis* spp.). A escala mucho menor se cultivaba bagre *(Ictalurus punctatus),* carpa herbívora *(Ctenopharyngodon idella)* y peces de ornato. Considerando las diferencias en extensión y manejo entre los cultivos de camarón o camaronicultura (incluye un laboratorio de postlarva) y el cultivo de tilapia

(producción de crías y engorda), a continuación se describe esta información.

Cabe mencionar que en años posteriores al 2007 las características y condiciones de la acuicultura en Colima han cambiado, principalmente por los diferentes programas de apoyo gubernamental al sector o por abandono de la actividad de los pequeños productores.

## Cultivo de camarón en agua dulce

El cultivo de camarón en agua dulce comenzó en el año 1996, en tres granjas que inicialmente estaban diseñadas para langostino malayo y que se habilitaron para realizar cultivos piloto con camarón en agua dulce. Los resultados fueron muy alentadores (Ávila 1998), y a partir de 1998 la camaronicultura empezó a desarrollarse, principalmente en el municipio de Tecomán (figura 1), en donde las condiciones ambientales son más favorables para el cultivo (calidad del agua, temperatura, tipo de suelo, etcétera).

En el 2007 la superficie de cultivo comprendía aproximadamente 220 ha, en un total de 19 granjas (cuadro 1), de las cuales cinco no estaban operando, lo que significa que 87% del espejo de agua disponible en la entidad estaba produciendo camarón. Existían otras dos granjas que podían denominarse mixtas (cuadro 1), ya que además de camarón una de ellas cultivaba bagre, tilapia, carpa y peces de ornato, y la otra camarón, tilapia y cocodrilo (esta última registrada como UMA); el espejo de agua de estas dos granjas era de 15 ha, pero no fue posible determinar la superficie de cultivo de cada una de las especies, ya que ésta cambia de un ciclo a otro. También existía un laboratorio de producción de postlarva de camarón.

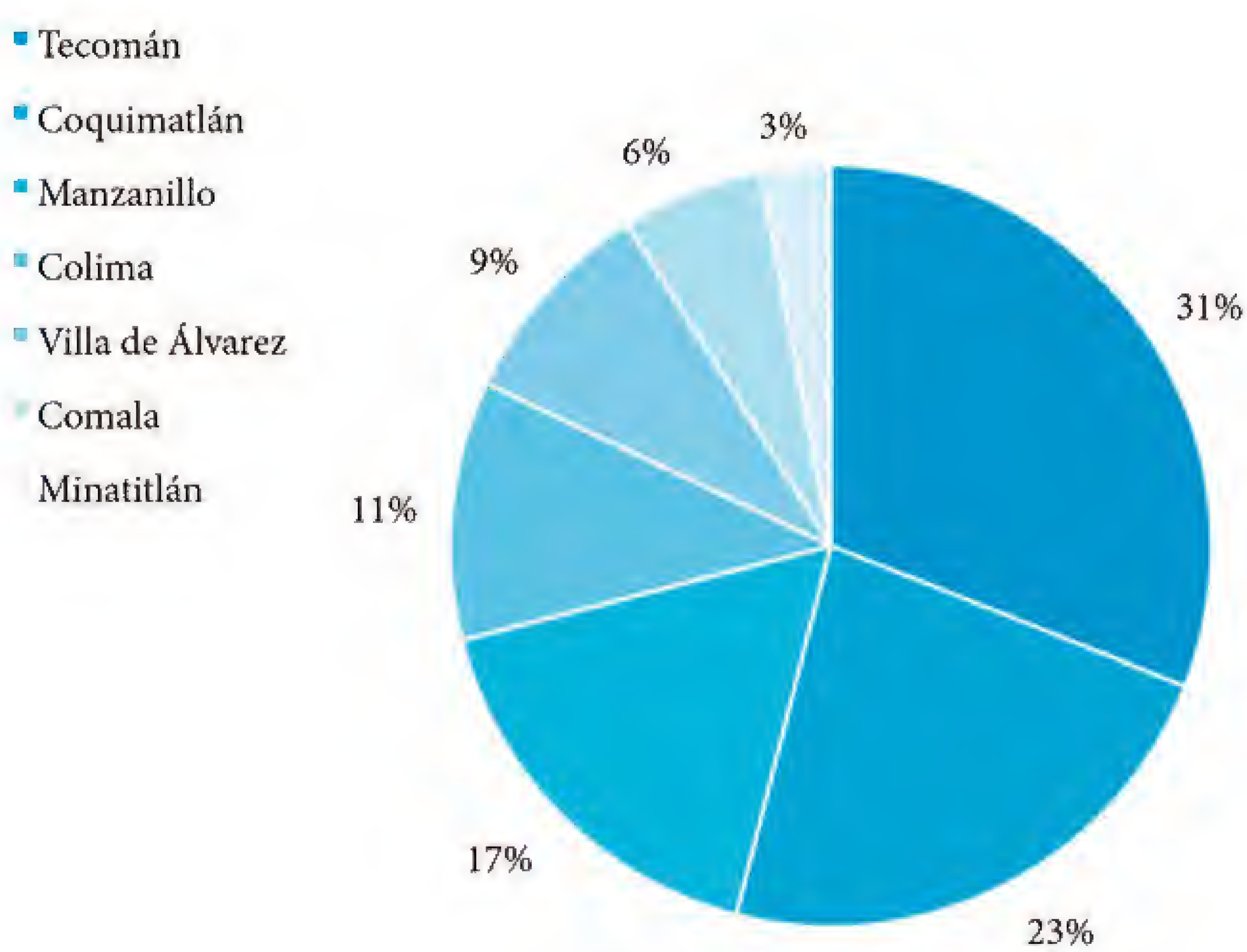



**FIGURA 1.** Distribución del número de granjas de camarón por municipio. Fuente: SAGARPA con correcciones de la autora.

Cuadro 1. Granjas de camarón, superficie de cultivo y cumplimiento de normatividad vigente. Fuente: SAGARPA con correcciones de la autora.

| Categorías | Camarón | Mixtas* |
|---|---|---|
| Número de granjas | 19 | 2 |
| Superficie total espejo de agua (ha) | 220 | 15 |
| Superficie en operación (%) | 87 | 100 |
| Autorización en materia de impacto ambiental o regularización (%) | 50 | nd |
| Concesión de agua para uso acuícola (%) | 35 | 0 |

*Mixtas: camarón, bagre, carpa, tilapia, peces ornato o cocodrilo; en el estado existe además un laboratorio de postlarva de camarón; nd = no determinado.

El cultivo de camarón se realizaba en estanquería rústica, bajo sistemas de cultivo semi-intensivo e intensivo; el tamaño de los estanques varíaba desde 0.3 hasta 3 ha, con densidades de siembra de entre 25 y más de 100 postlarvas/$m^2$; casi todas las granjas utilizaban tanques de precría. La mayoría de estas granjas camaronícolas se construyeron en terrenos agrícolas que los propietarios decidieron reconvertir a uso acuícola debido a la baja rentabilidad de las actividades agropecuarias. Aproximadamente 50% de esas granjas contaban con autorización en materia de impacto ambiental o regularización en la materia ante la PROFEPA (cuadro 1).

Cabe señalar que la presentación de los estudios de impacto ambiental o regularización de las granjas, en el 2007, fueron motivados principalmente por el interés de obtener recursos del gobierno federal para mejorar o tecnificar las granjas, o bien porque la PROFEPA inició un proceso administrativo en contra de las granjas por falta de autorización en materia de impacto ambiental. De origen son pocos los propietarios de granjas que en esas fechas se habían preocupado por cumplir con la legislación correspondiente, debido a dos causas fundamentales: el costo de los estudios ambientales y la falta de conciencia ecológica que impide visualizar la importancia de este tipo de estudios.

En cuanto al uso del agua, en el 2007 sólo 35% de las granjas contaba con concesión para uso acuícola, el resto empleaba concesiones agrícolas para desarrollar la actividad. Las fuentes de agua eran diversas: se aprovechaba agua de la laguna de Cuyutlán, de canales de riego, de pozos profundos, agua salobre proveniente del manto freático e incluso agua de drenes agrícolas. Ninguna de las granjas contaba con permiso de descarga de aguas residuales (cuadro 1) (CONAGUA 2007).

En el cultivo de camarón aparentemente se han obtenido mejores resultados cuando se utiliza agua subterránea, en lugar de agua superficial (productores com. pers.). Los organismos parecen desarrollarse mejor y generalmente la mortalidad es más baja, lo que redunda en una mayor rentabilidad del cultivo. Se desconocen las causas de estos resultados pero es de suponer que se

deben en gran medida a la calidad del agua. Obtener resultados científicos sobre calidad del agua, parámetros de crecimiento, estudios de sanidad y análisis bromatológicos ayudaría a mejorar el desarrollo de los cultivos, así como a implementar buenas prácticas ambientales y de manejo.

## Cultivo de tilapia

En el estado, hasta el 2007 se contó con un número elevado de unidades acuícolas o granjas para el cultivo de tilapia, las cuales iban desde un solo estanque (en su mayoría rústicos y algunos de concreto), hasta aquellas con ocho o 10 estanques; además, en años anteriores al 2007 se construyeron granjas con tanques de concreto y se instalaron tanques de geomembrana para la engorda de tilapia. Se tenían registradas 35 granjas con estanquería rústica que cubrían una superficie aproximada de 43 ha; seis granjas con tanques de geomembrana o concreto (1 130 $m^3$ de agua para cultivo); cinco unidades de engorda de tilapia en jaulas (545 jaulas); y siete centros productores de crías (tres pertenecientes a una dependencia oficial: SAGARPA), con una capacidad total de producción anual de 20 millones de crías (cuadro 2). Actualmente se espera que se hayan incrementado el número de granjas según los proyectos que se han autorizado en los diferentes programas de apoyo a la actividad.

De las 35 granjas de tilapia con estanquería rústica registradas en el estado, en el 2007, 69% estaban en operación, en una superficie de cultivo de 24 hectáreas. Esto significa que sólo 56% del espejo de agua disponible para este cultivo estaba produciendo y el 44% restante se encontraba improductivo por diversas causas (figura 2). Las granjas se localizaron en siete de los 10 municipios del estado, y al igual que las granjas de camarón, la mayoría se encuentró en el municipio de Tecomán (figura 3); sin embargo, de las 11 granjas que hay en este municipio sólo operan cuatro, lo que representa 36% del espejo de agua disponible.

**Cuadro 2.** Granjas de tilapia según el tipo de infraestructura. Fuente: SAGARPA con correcciones de la autora.

| Categorías | Estanquería rústica | Tanques de geomembrana o concreto | Jaulas | Producción de crías |
|---|---|---|---|---|
| Número de granjas | 35 | 6 | 5 | **7 |
| Superficie total espejo de agua (ha) | 43 | *25 | - | - |
| Autorización en materia de impacto ambiental o regularización (%) | nd | nd | nd | nd |
| Concesión de agua para uso acuícola (%) | 0 | 0 | - | 57 |
| Permiso descarga de aguas residuales (%) | 0 | 0 | - | - |

* = 25 tanques con diámetros de 6 y 9 m, volumen disponible para producción: aproximadamente 1 130 $m^3$;
** = dos granjas además de producción de crías se dedican a engorda; nd = no determinado.

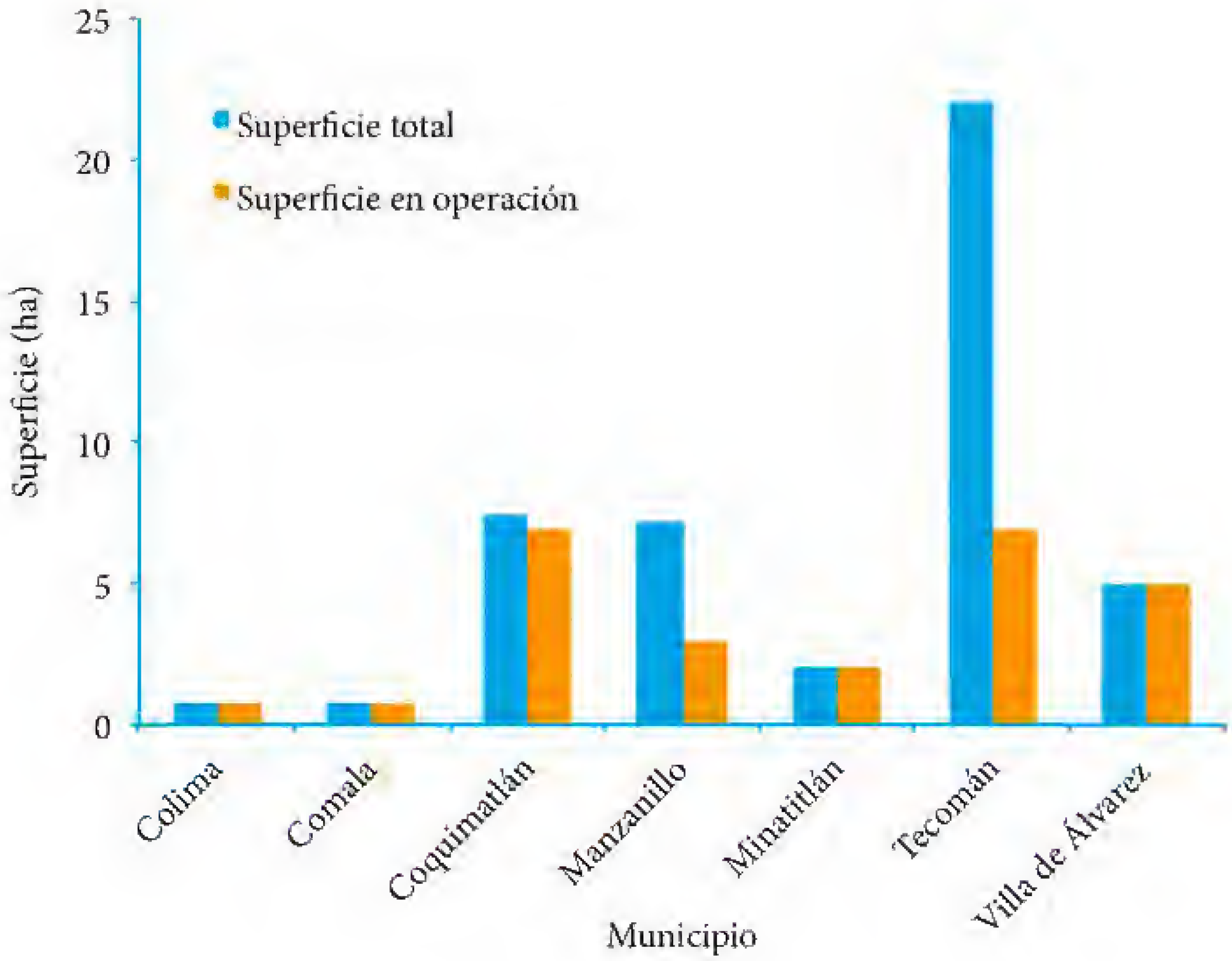



**Figura 2.** Espejo de agua disponible y superficie en operación de las granjas de tilapia con estanquería rústica. Fuente: SAGARPA con correcciones de la autora.

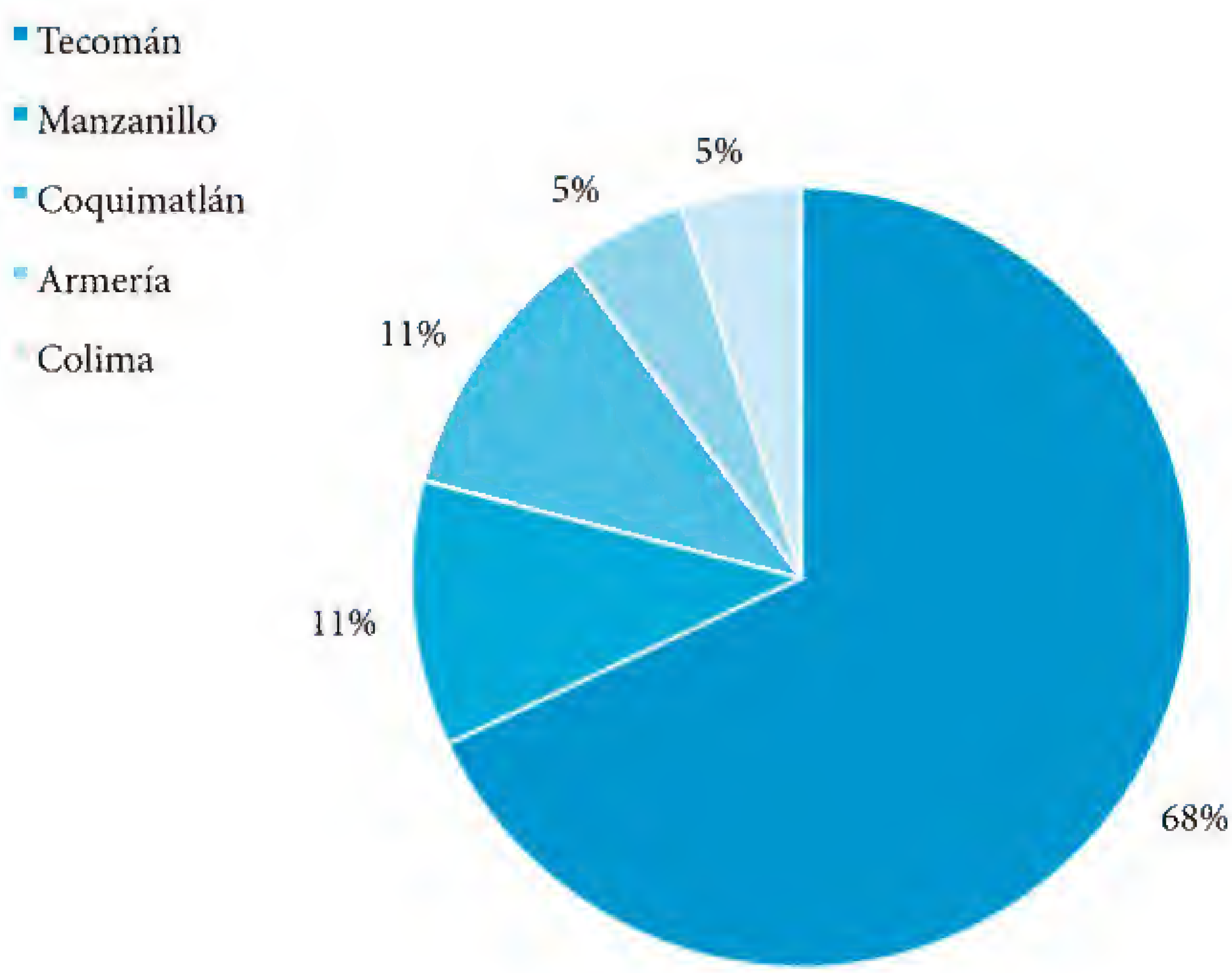



**Figura 3.** Distribución de las granjas de tilapia con estanquería rústica por municipio. Fuente: SAGARPA con correcciones de la autora.

En el 2007 se encontraban funcionando las seis granjas que contaban con tanques de concreto o geomembrana para el cultivo de tilapia (localizados en Coquimatlán, Villa de Álvarez, Tecomán y Minatitlán), los centros productores de crías (en Manzanillo, Tecomán y Coquimatlán) y los grupos productores en jaulas (en Manzanillo, Tecomán y Comala).

Muchas de las granjas de tilapia están exentas del trámite de autorización en materia de impacto ambiental debido a su año de construcción; es muy probable que varias de las granjas que se construyeron después de que la LGEEPA entró en vigencia no requieran evaluación en la materia, debido al lugar en donde se construyeron (terrenos agropecuarios), su tamaño y tipo de cultivo. Sin embargo, la SEMARNAT deberá determinar cuáles granjas quedarían exentas de autorización en materia de impacto ambiental y cuáles deberán someterse a un proceso de regularización ante la PROFEPA. Cabe señalar que, en las fechas en las que se realizó este estudio, algunas granjas contaban con autorización en la materia y otras más se regularizaron mediante la presentación de sus respectivos programas de mitigación de daños.

En cuanto al uso del recurso agua, las granjas de tilapia se abastecen de líquido proveniente de diversas fuentes: canales de riego, pozos profundos, norias, bordos, manantiales, ríos e incluso de la laguna de Alcuzahue. En su mayoría las granjas poseen concesiones para uso agrícola. Al igual que las granjas de camarón, estas granjas tampoco contaban con permiso de descarga de aguas residuales, eso en las fechas referidas en este estudio.

## Análisis de las tendencias y riesgos ambientales

La producción de camarón de cultivo en el estado fue de 471 toneladas en el año 2005 y 1 015 en 2006, mientras que para tilapia se produjeron 77 toneladas en 2005 y 106 en 2006 (SAGARPA Delegación Colima). A nivel estatal la acuicultura mostraba una tendencia de crecimiento; sin embargo, en ocasiones las instituciones apoyaron proyectos que carecían de estudios de factibilidad técnica, ambiental y financiera, que mostraran proyecciones positivas. Lo anterior puede corroborarse mediante la comparación entre la superficie disponible para cultivo de tilapia y la superficie que estaba en esas fechas en producción (sólo 56%). Además, como se comentó con anterioridad, la falta de cumplimiento de la normatividad vigente que rige este sector productivo (principalmente autorización en materia de impacto ambiental, concesión de agua para uso acuícola y permiso de descarga de aguas residuales), pone en riesgo la acuicultura y el equilibrio ecológico en la entidad.

Los impactos que tiene la acuicultura en el ambiente son variados y algunos de ellos pueden llegar a ser significativos y permanentes, desde el momento de preparación del sitio y construcción de un proyecto acuícola, hasta su operación y mantenimiento. Afortunadamente hasta la fecha en la que se realizó este estudio casi todas las granjas se habían construido en terrenos agropecuarios, lo que quiere decir que no se habían hecho cambios drásticos o incompatibles de uso del suelo y por lo tanto no se había impactado la vegetación natural. Esta situación explica por qué no se consideraban

relevantes las afectaciones a la fauna silvestre debido al establecimiento de estos proyectos productivos.

La importancia de contar con autorización en materia de impacto ambiental y cumplir además con las normas oficiales mexicanas de observancia obligatoria del sector, refleja el interés del gobierno y de la sociedad de encaminarse hacia un desarrollo sustentable; sin embargo, este objetivo se ve obstaculizado al no considerar los estudios de impacto ambiental, como requisito para otorgar los apoyos que se conceden a través de diversos programas de los tres niveles de gobierno, diseñados para reactivar la acuicultura en Colima. La acuicultura será sustentable solamente si se planifica con rigor y se gestiona integralmente de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

Las omisiones a las regulaciones ambientales no sólo son responsabilidad de las instituciones que otorgan los apoyos económicos, sino que también son resultado de la falta de asesoría de los prestadores de servicios profesionales para el desarrollo de proyectos acuícolas. Es necesario contar con asesoría clara y puntual para determinar cuáles proyectos realmente requieren autorización en materia de impacto ambiental, en cualquiera de sus modalidades (informe preventivo o manifestación de impacto ambiental, MIA), y cuáles quedan exentos de tales procedimientos.

En cuanto al recurso agua, es indispensable que se empiecen a verificar las autorizaciones de uso correspondientes, ya que muchas granjas emplean concesiones agrícolas para actividades acuícolas, lo que origina un consumo de agua mayor al registrado ante las autoridades correspondientes. Esta situación puede afectar seriamente la disponibilidad y la planeación en la distribución del recurso.

También debe exigirse que las granjas cuenten con el permiso de descarga de aguas residuales correspondiente, debido a que algunas de ellas pueden estar contaminando de manera preocupante los cuerpos de agua superficiales o los mantos freáticos, con el consecuente deterioro de su calidad y la afectación negativa a la vida silvestre, tanto acuática como terrestre.

Los desechos orgánicos (restos de alimento, heces y amonio, entre otros) e inorgánicos (fertilizantes, cal, antibióticos y otros agentes químicos) que se generan por la operación y mantenimiento de una granja, pueden causar enriquecimiento de nutrientes y alteraciones físicoquímicas del agua. Esos factores promueven la eutrofización de los cuerpos receptores, causando incrementos en la demanda de oxígeno, producción de sedimentos anóxicos y gases tóxicos, cambios en las comunidades, disminución de la diversidad del bentos, alteraciones en la biodiversidad, desarrollo de especies resistentes a la contaminación y florecimiento de fitoplancton. Por lo tanto, es muy importante cumplir la regulación ambiental vigente, incluyendo las normas oficiales sobre descargas de aguas residuales.

Es bien sabido que la acuicultura ha sufrido graves problemas cuando existen deficiencias en la prevención, control y vigilancia de las condiciones sanitarias de la actividad (tal es el caso de la camaronicultura en Sinaloa y Sonora), propiciándose una rápida disemina-

ción y establecimiento de enfermedades, tanto en las poblaciones cultivadas como en las silvestres (WWF Chile 2006). Los principales efectos de estas patologías son el incremento significativo de la mortalidad, el incremento en los costos de producción (por aplicación de antibióticos) y la disminución de la calidad del producto (WWF Chile 2006).

Estos problemas en los procesos productivos no sólo afectan a la acuicultura, sino que también impactan de manera importante al ambiente (acumulación de antibióticos en la columna de agua y en los sedimentos, así como en organismos cultivados y silvestres, y mayor resistencia de organismos patógenos) y ponen en riesgo la salud pública. Por esta razón es necesario que en la entidad se realicen acciones que puedan prevenir problemas futuros de enfermedades humanas, ocasionadas de manera directa o indirecta por la actividad acuícola. En el caso del camarón ya existe el Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Colima, A.C.

Por último, es importante señalar que las instituciones que participan en el cuidado del medio ambiente (SEMARNAT, PROFEPA y CONAGUA), desafortunadamente en las fechas de este estudio, no contaban con los recursos necesarios para: atender de forma inmediata, dar seguimiento y verificación a los dictámenes de evaluación en materia de impacto ambiental (competencia de SEMARNAT), a los programas de mitigación de daños ambientales (competencia de PROFEPA), y a las autorizaciones para uso acuícola del recurso agua y los permisos de descarga de aguas residuales (competencia de CONAGUA). Por esta razón no se realizaron con eficacia los programas de vigilancia ambiental que debe tener cada una de estas instituciones (presentación de programas, reportes, etc., por parte de cada uno de los productores que cuenta con sus respectivas autorizaciones, concesiones o permisos), con el consecuente vacío de información sobre las afectaciones ambientales que el desarrollo de la acuicultura provocó en el estado en ese periodo de tiempo.

## Conclusiones

Es urgente que las instituciones y funcionarios responsables de los distintos programas que apoyan y regulan el desarrollo de la acuicultura en la entidad, asuman las medidas necesarias para que, en primer lugar, aprueben sólo aquellos proyectos con factibilidad técnica, económica y ambiental positiva y que, además, dejen de omitirse requisitos de elegibilidad, como son la autorización en materia de impacto ambiental, la concesión de agua para uso acuícola y el permiso de descarga de aguas residuales. Sólo de esta manera será posible tener éxito y permanencia en la acuicultura del estado y, a la vez, encaminarse hacia un desarrollo sustentable.

## Referencias

Ávila, M. 1998. Camarón blanco en agua dulce: una nueva opción. Mazatlán, Sinaloa. *II Simposium Internacional de Acuacultura*, pp. 206-212.

Borja, A. 2002. Los impactos ambientales de la acuicultura y la sostenibilidad de esta actividad. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.* 18(1-4):41-49.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la

Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015.

SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Comisión Nacional del Agua. 1994. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Publicada el 12 de enero de 1994 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 20 de julio de 2015.

Congreso del Estado. 2002. Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima. Colima. Publicada el 15 de junio de 2002 en el Periódico Oficial del Estado de Colima. Última reforma publicada mediante el decreto 333 del 31 de marzo de 2006. Texto vigente. En: *<http://www.imades.col.gob.mx/secciones/legislacion_archivos/ley_ambiental_estatal.pdf>*, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 1991. Plan Estatal de Desarrollo 1998-2003. Publicado el 29 de abril de 1998 en el Periódico Oficial del Estado de Colima. En: *<http://www.colima-estado.gob.mx/transparencia/archivos/PED_1998-2003.pdf>*, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 1993. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Colima. Dirección de Ecología del Gobierno del Estado. Texto vigente. En: *<http://www.colima-estado.gob.mx/transparencia/archivos/programa_ordenamiento_ecologico_territorio.pdf>*, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 2004. Plan Estatal de Desarrollo 2004-2009. Texto vigente. En: *<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/COLIMA/Planes/COLPLAN01.pdf>*, última consulta: 20 de julio de 2015.

SAGARPA y CONAPESCA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. 1994. NOM-010-PESC-1993. Publicada el 23 de noviembre de 1993 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: *<http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wbcona/cona_norma_oficial_mexicana_010pesc1993>*, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 1994. NOM-011-PESC-1993. Publicada el 23 de noviembre de 1993 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: *<http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/resources/PDFContent/4168/NORMA_PESC_011_1993.pdf>*, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 2001. NOM-030-PESC-2000. Publicada el 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: *<http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/work/sites/cona/resources/LocalContent/8739/6/030pesc2000ENFERMEDADESVIRALES.pdf>*, última consulta: 20 de julio de 2015.

———. 2002. NOM-EM-05-PESC-2002. Publicada el 19 de julio de 2002 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: *<http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=723565&fecha=19/07/2002>*, última consulta: 20 de julio de 2015.

SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1992. Ley de Aguas Nacionales. Publicada el 1 de diciembre de 1992 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SEMARNAP. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1997. NOM-001-ECOL-1996. Publicada el 24 de junio de 1996 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: *<http://www.economia-noms.gob.mx/normas/noms/1997/001-ecol.pdf>*, última consulta: 20 de julio de 2015..

———. 1999. NOM-EM-001-PESC-1999. Publicada el 24 de septiembre de 1999 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: *<http://www.colpos.mx/bancodenormas/noficiales/NOM-001-PESC-EM-1999.PDF>*, última consulta: 20 de julio de 2015.

SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

WWF Chile. World Wild Fund Chile. 2006. Sinopsis de los impactos y la gestión ambiental en la salmonicultura chilena. Valdivia, Chile.

# Cambios en la cobertura vegetal

Tania Román-Guzmán
Jorge Alemán Campos
J. Santos Bracamontes Pérez
Rafael Villegas-García

La cobertura vegetal en Colima ha sufrido importantes cambios en los últimos 24 años, según un estudio a nivel nacional realizado con información de 1976, 1993 y 2000 (Velásquez *et al.* 2002, Cuevas Arellano 2003). La delegación de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (semarnat) en la entidad, adoptó estos resultados como la base para elaborar el diagnóstico preliminar de los bosques del estado (Álvarez-Castillo *et al.* 2004). Este último estudio mostró que para el periodo de 1976 a 2000 existieron cambios en las coberturas del terreno en 24.79% de la superficie estatal, lo que representa casi una cuarta parte del territorio.

Cabe aclarar que no todos los cambios significaron deforestación, o la pérdida permanente de vegetación natural y el cambio a otro tipo de uso como la agricultura, los pastizales, la construcción de infraestructura o de áreas urbanas (fra 2005); los cambios de uso del suelo también incluyeron modificaciones en el uso de coberturas de agricultura a pastizales, o de pastizales a suelo urbano o a infraestructura.

Se calcula que en 1976 la superficie forestal en el estado era de 3 633.26 km$^2$, cantidad que para el 2000 quedó reducida a aproximadamente 2 916.12 km$^2$ (cuadro 1), lo que representa una pérdida de 717.13 km$^2$ de bosques (considerando manglares, palmares, selvas bajas y medianas, bosques de galería, mesófilo de montaña, encino, pino y pino-encino) y 95.71 km$^2$ de otros tipos de vegetación natural, para este periodo de tiempo. Esos 812.84 km$^2$ totales corresponden a una tasa promedio de deforestación anual de 0.58% de la superficie total del estado, valor por encima del promedio nacional


Román-Guzmán, T., J.L. Alemán C., J.S. Bracamontes P. y R.Villegas-García. 2016. Cambios en la cobertura vegetal. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 598-605.

(0.43%) y que equivale a perder 3 269 ha de algún tipo de vegetación natural cada año (Álvarez-Castillo *et al.* 2004).

Aproximadamente 62% de la deforestación estatal se debió a procesos de cambio de uso de terrenos forestales a agricultura, 34% estuvieron asociados a las actividades pecuarias, 1.4% a urbanización y el resto a otras actividades como la minería. Las coberturas que se incrementaron en superficie fueron principalmente la agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes, la agricultura de riego, los pastizales inducidos y cultivados y los asentamientos humanos, mientras que las coberturas que disminuyeron en mayor medida fueron las que corresponden a selvas bajas y medianas. Sin embargo, si se considera la tasa de cambio anual (el porcentaje de pérdida de área con respecto a su área total), la pérdida fue mayor en la vegetación de galería, las dunas costeras y la vegetación de suelos salinos (halófila) y yesosos (gipsófila) (cuadro 2). Cabe mencionar

**Cuadro 1.** Superficie, tipo de cobertura vegetal y uso del suelo en 1976 y 2000. Fuente: Cuevas-Arellano 2003.

| Tipos de cobertura | 1976 Superficie ($km^2$) | 2000 Superficie ($km^2$) |
|---|---|---|
| Praderas naturales de alta montaña (sabana) | 7.54 | 8.78 |
| Bosques de pino | 19.60 | 17.65 |
| Mezclas distintas de bosques de pino-encino | 132.31 | 120.03 |
| Bosques de encino | 397.42 | 365.29 |
| Bosque mesófilo de montaña | 24.43 | 23.34 |
| Selva mediana subcaducifolia y caducifolia | 665.11 | 596.15 |
| Selva baja caducifolia y subcaducifolia | 2 252.13 | 1 724.11 |
| Vegetación de galería | 91.62 | 33.00 |
| Vegetación hipsófila y gipsófila | 57.77 | 39.66 |
| Popal-tular | 2.23 | 12.63 |
| Palmares nativos | 2.18 | 1.89 |
| Dunas costeras | 27.16 | 14.74 |
| Manglares | 48.46 | 34.67 |
| Pastizal cultivado e inducido | 245.83 | 519.00 |
| Área sin vegetación aparente | 4.04 | 9.56 |
| Cuerpo de agua continental | 80.73 | 76.09 |
| Asentamiento humano | 13.79 | 92.66 |
| Agricultura de riego, temporal con cultivos anuales, permanentes y semipermanentes | 1 557.05 | 1 937.19 |
| Total superficie con cobertura vegetal natural | 3 727.96 | 2 991.94 |

que también los cuerpos de agua naturales se han visto disminuidos paulatinamente, favoreciendo en algunos casos el incremento de vegetación hidrófila (adaptada a medios muy húmedos), por ejemplo el popal-tular.

Se prevé que de continuar las condiciones de asolve, relleno para uso urbano, contaminación, disminución de los aportes de agua y la sobreexplotación para riego, este tipo de vegetación gradualmente ganará terreno al espejo de agua (Álvarez-Castillo *et al.* 2004).

Se observaron cambios en el uso del suelo en las cuencas Coahuyana y Armería. Debido a que en estas cuencas se localizan los principales valles agrícolas del estado; esta actividad ha sido la principal causa de deforestación.

**Cuadro 2.** Porcentaje de superficie estatal, por tipo de cobertura vegetal y del terreno, y su tasa de cambio anual estimada para el periodo de 1976-2000. Fuente: Cuevas-Arellano 2003.

| Tipo de cobertura | 1969 (%) | 2000 (%) | Tasa de cambio anual (%) |
|---|---|---|---|
| Mezclas distintas de bosques de pino-encino | 2.35 | 2.13 | -0.38 |
| Bosques de encino | 7.06 | 6.49 | -0.33 |
| Selva mediana subcaducifolia y caducifolia | 11.81 | 10.60 | -0.43 |
| Selva baja caducifolia y subcaducifolia | 40.01 | 30.64 | -1.06 |
| Asentamiento humano | 0.24 | 1.65 | 7.89 |
| Cuerpo de agua continental | 1.43 | 1.35 | -0.24 |
| Pastizal cultivado e inducido | 4.37 | 9.22 | 6.68; -0.52 |
| Área sin vegetación aparente | 0.07 | 0.17 | 3.62 |
| Agricultura de riego, temporal con cultivos anuales, permanentes y semipermanentes | 27.66 | 34.43 | 1.33; -0.12; 20.89 |
| Bosque mesófilo de montaña | 4.99 | 3.31 | -0.15 |
| Manglares | | | -1.45 |
| Bosques de pino | | | -0.40 |
| Palmares nativos | | | -0.58 |
| Vegetación de galería | | | -3.99 |
| Vegetación hipsófila y gipsófila | | | -1.50 |
| Dunas costeras | | | -2.39 |
| Praderas naturales de alta montaña (sabana) | | | 0.67 |

Aunque en la cuenca Chacala-Purificación la contribución de la agricultura y la ganadería a la deforestación tiene valores similares (cuadro 3), se tienen los mayores porcentajes de deforestación debido a la urbanización y la minería, circunstancias asociadas al crecimiento de la ciudad de Manzanillo y a la presencia de importantes consorcios mineros (Álvarez-Castillo *et al.* 2004). En el tiempo estudiado, 66% de la deforestación ocurrió principalmente en los municipios de Manzanillo, Colima, Ixtlahuacán y Tecomán (figura 1); sin embargo, es importante considerar que municipios como Cuauhtémoc y Tecomán en la actualidad cuentan con bajo porcentaje de bosques en su territorio, debido a que las pérdidas de sus áreas boscosas ocurrieron hace más de 25 años. La ampliación del periodo de análisis permitiría identificar con certeza las causas de deforestación (cuadro 4).

**Cuadro 3.** Porcentaje de las superficies deforestadas por cada subcuenca y los principales procesos que intervinieron durante el periodo 1976-2000. Fuente: Álvarez-Castillo *et al.* 2004.

| Subcuenca | Superficie total deforestada (%) | Actividades agrícolas (%) | Actividades pecuarias (%) | Urbanización (%) | Otros (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Armería | 22 | 76.24 | 22.82 | 0.93 | 0.00 |
| Coahuayana | 45 | 67.93 | 31.81 | 0.21 | 0.05 |
| Chacala-Purificación | 33 | 44.22 | 44.74 | 3.40 | 7.63 |

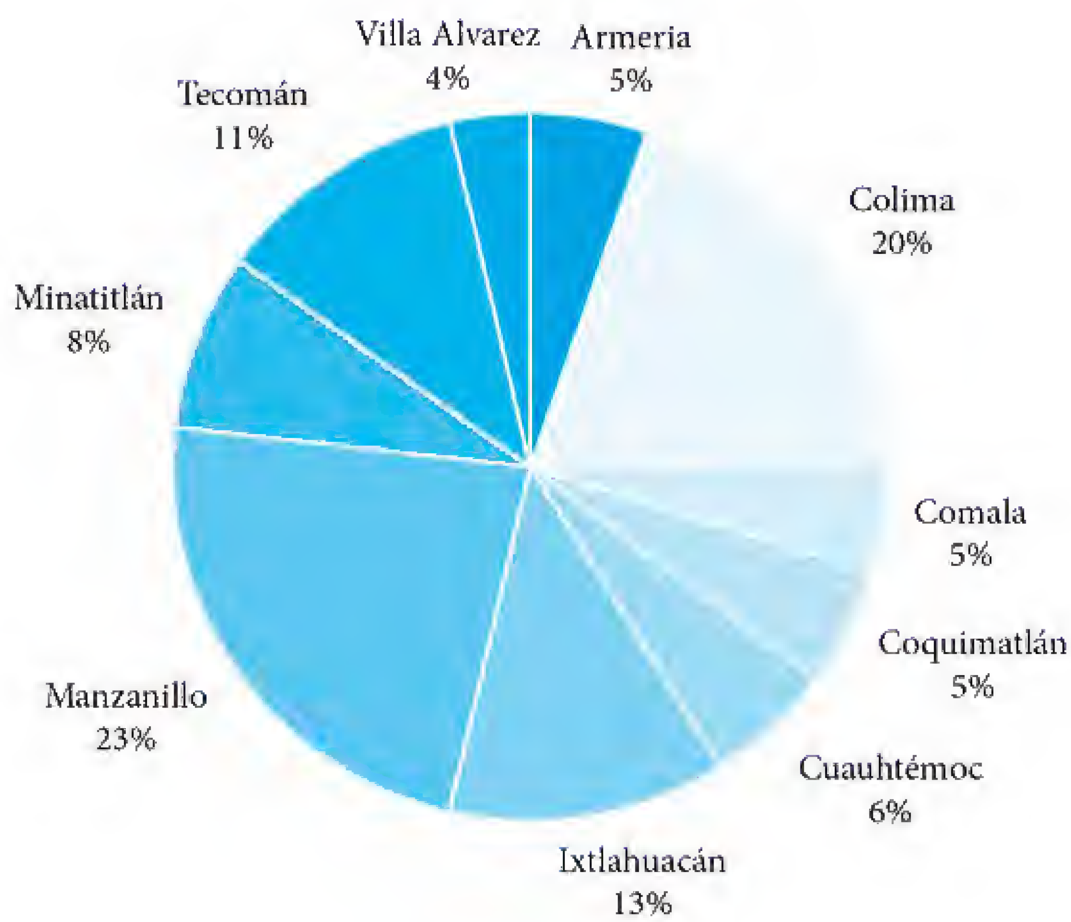



**Figura 1.** Porcentaje que corresponde a cada municipio del total de área deforestada en un periodo de 25 años (1976-2000). Fuente: Álvarez-Castillo *et al.* 2004.

**Cuadro 4.** Superficie forestal, al 2000, por municipio. Fuente: Álvarez-Castillo *et al.* 2004.

| Municipio | Superficie forestal ($km^2$) | Superficie forestal estatal (%) | Superficie forestal municipal (%) |
|---|---|---|---|
| Armería | 192.43 | 6.60 | 47.19 |
| Colima | 345.32 | 11.84 | 46.94 |
| Comala | 199.40 | 6.84 | 63.84 |
| Coquimatlán | 374.14 | 12.83 | 70.21 |
| Cuauhtémoc | 58.59 | 2.01 | 14.41 |
| Ixtlahuacán | 258.08 | 8.85 | 62.65 |
| Manzanillo | 857.55 | 29.41 | 64.15 |
| Minatitlán | 266.22 | 9.23 | 65.25 |
| Tecomán | 218.55 | 7.49 | 27.73 |
| Villa de Álvarez | 142.83 | 4.90 | 48.91 |

## Principales causas del cambio en la cobertura vegetal

Los sistemas naturales han sufrido una serie de perturbaciones que han ocasionado la transformación de los ecosistemas primarios (poco modificados, donde el uso del suelo está determinado por la vegetación natural) a secundarios (que han sido explotados parcialmente o se están recuperando después de su perturbación), lo cual tiene repercusiones importantes en términos de biodiversidad. En este momento no es posible cuantificar tales impactos debido a que se desconocen los inventarios de especies por tipo de condición de ecosistemas particulares, sin embargo, según la información proporcionada por los datos del estudio de Vegetación y Usos de Suelo Serie III (INEGI 2000), para el 2002 las superficies de bosques (no se consideraron los palmares nativos, los manglares, ni los bosques de galería) y selvas primarias, correspondía a 53.24% y 13.85%, respectivamente. Esto indica la vulnerabilidad de los sistemas tropicales a la disminución de sus superficies como consecuencia de los cambios de uso del suelo. Las perturbaciones de las áreas boscosas del estado han sido ocasionadas principalmente por el pastoreo intensivo, los cambios en los patrones naturales de incidencia del fuego y por prácticas de aprovechamiento extractivo inapropiadas, que junto con los cambios climáticos a menudo provocan un debilitamiento de las masas forestales y favorecen condiciones para la aparición de plagas o enfermedades.

**Fuego.** En el periodo 2000-2005 se registraron un promedio anual de 52 incendios con una afectación de 1 084 ha, situación que se vio disminuida en los años 2006 (50 incendios en 812.5 ha afectadas) y en 2007 (49 incendios con 503 ha afectadas). El estrato más afectado es el matorral (cuadro 5) (SEMARNAT 2007).

**Plagas.** Las plagas y enfermedades forestales en años recientes han afectado de manera impor-

**Cuadro 5.** Número de incendios forestales y superficie afectada en el periodo 2000-2007. Fuente: datos no publicados, semarnat 2007.

| Año | Número de incendios | Pastizal (ha) | Arbolado (ha) | Renuevo (ha) | Arbustos y matorrales (ha) | Total (ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2000 | 31 | 16.0 | 4 | 0 | 369.0 | 389.0 |
| 2001 | 48 | 95.0 | 45 | 0 | 803.0 | 943.0 |
| 2002 | 49 | 414.0 | 158 | 0 | 1 300.0 | 1 872.0 |
| 2003 | 29 | 12.0 | 0 | 2 | 342.0 | 356.0 |
| 2004 | 45 | 82.0 | 0 | 4 | 589.0 | 675.0 |

tante los recursos forestales del estado. Las plagas forestales más importantes son: la termita exótica (*Coptotermes gestroi*), considerada plaga de interés cuarentenario, y el hongo de la tinta del castaño (*Phythopthora cinnamomi*) que causa la declinación del encino.

Los trabajos para el combate y erradicación de la termita se concentran en la elaboración de diagnósticos y monitoreos de la plaga y su combate en sitios donde se tiene confirmada su presencia. Asimismo, se está elaborando la Norma Oficial Mexicana para establecer las medidas fitosanitarias de control, erradicación y prevención de la diseminación de esta termita. Por su parte, la presencia del hongo de la tinta del castaño se ha incrementado en la entidad en los últimos 10 años, afectando actualmente 1 500 ha (cuadro 6). Otras plagas ocurren por insectos descortezadores y defoliadores. Sin embargo, se consideran de baja importancia ya que la superficie afectada por estos organismos no es significativa, debido en parte a las actividades de control y saneamiento.

Hasta el momento se desconoce el efecto que cada uno de estos factores ha tenido sobre la diversidad biológica local, aspecto que habrá que considerar como línea de investigación importante.

**Cuadro 6.** Principales plagas presentes y superficie afectada y tratada en el periodo 2000-2007. Fuente: datos no publicados, semarnat 2007.

| Plaga o enfermedad | Superficie afectada (ha) | Superficie tratada (ha) | Principales métodos de combate utilizados |
|---|---|---|---|
| *Phythopthora cinnamomi* | 1 500 | 1 200 | Manual-mecánico y biológico (composta inoculada con *Trichoderma*) |
| Descortezadores | 50 | 50 | Manual-mecánico |
| Defoliadores | 10 | 10 | Manual-mecánico |

## Conclusiones

Los principales factores que influyeron en el cambio de uso del suelo en Colima, en el periodo de 1976 al 2000, fueron el avance de la frontera agrícola y de las áreas de pastoreo. Los incendios, las prácticas de aprovechamiento extractivo inapropiadas, las plagas y las enfermedades forestales, se han sumado a los procesos de degradación de los bosques y selvas de la entidad.

Si bien en el estado aún existen extensiones importantes de bosques, selvas y otros tipos de vegetación, estos sistemas están respondiendo de diferente manera a las presiones derivadas de las actividades humanas, dado que presentan capacidades distintas para resistir y recuperarse de los cambios.

Para atender a los problemas inherentes a los cambios de cobertura que se presentan en la entidad, se señala la necesidad de desarrollar algunas líneas estratégicas de trabajo:

1. Definir los límites de las fronteras agropecuarias en la entidad, tomando en cuenta aspectos ambientales, económicos y sociales.

2. Crear y dar a conocer criterios ecológicos para establecer diferentes prácticas agrícolas y pecuarias, o de cualquier otra índole (extracción minera, desarrollo urbano); vincular los factores que se deben considerar en la actividad humana para minimizar los impactos negativos que ésta genere en el ambiente (fragilidad ecológica, calidad ambiental); además, tener mecanismos de ley claros para que se respeten estos criterios.

3. Eficientar el uso del espacio territorial que ha sufrido deforestación, ya sea por agricultura, ganadería, minería, desarrollo de infraestructura o avance de las zonas urbanas, entre otros.

4. Identificar aquellas zonas, preferentemente forestales, estratégicas para recuperar los servicios y bienes ambientales que prestaban (captación de agua, hábitat para alguna especie clave, prioritaria o con cierto nivel de protección) y definir un plan para rehabilitarlas o restaurarlas, según sea el caso.

5. Conocer los sitios prioritarios para la protección y conservación del patrimonio natural de la entidad, las especies clave más vulnerables y su distribución en el territorio estatal (*hot spots*), de tal forma que las autoridades de los tres niveles de gobierno cuenten con información útil, confiable y pertinente, de qué sitios son sensibles o vulnerables, así como la forma en que algunas actividades favorecen la presencia de ciertas especies o de procesos ecológicos de interés.

6. Dar seguimiento a la respuesta de las zonas forestales al manejo del fuego, control de plagas y enfermedades, para mejorar las acciones que se implementan.

Se sugiere que las diferentes masas forestales en la entidad tengan un plan maestro de conservación, manejo y restauración, el cual proporcione las directrices para el aprovechamiento de recursos, tanto maderables como no maderables. Éste deberá buscar el desarrollo de actividades humanas compatibles con la conservación de los bosques y selvas (turismo, cacería, sistemas agroforestales), la protección de bancos de germoplasma, manejo de áreas de regeneración natural o reforestaciones, conservación de suelos y protección de áreas de captación de agua, y definir áreas y

medidas para restaurar sitios, entre otras acciones. Se propone que sea un plan que integre los diferentes objetivos o intereses de las comunidades dueñas de los terrenos forestales, para hacer un uso sustentable de ese territorio. Es necesario que se definan una serie de indicadores prácticos para dar seguimiento en el corto, mediano y largo plazo, al estado de conservación o recuperación de las zonas forestales en la entidad; una acción específica ha de ser el monitoreo de la biodiversidad.

Como en el resto del país, los hábitats naturales en la entidad se contraen, fragmentan y deterioran paulatinamente, afectando de manera directa o indirecta a la biodiversidad existente en su territorio. La pérdida de la diversidad de genes, especies o ecosistemas, limita las opciones para el desarrollo actual y futuro. Es por esta razón que los habitantes de Colima debemos ser más creativos en la búsqueda de opciones a corto, mediano y largo plazo, para conciliar los intereses de desarrollo económico con la conservación ambiental. Para ello se requiere generar información y dar seguimiento a la relación hombre-naturaleza que se da en el estado y corregir el rumbo de nuestros actos, en los casos necesarios.

## Referencias


Álvarez-Castillo, M., T. Román-Guzmán, *et al.* 2004. *Diagnóstico de los bosques en el estado de Colima.* Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Colima.

Cuevas-Arellano, H. 2003. *Cambio de la cobertura y del uso del suelo en el estado de Colima (1976-1993-2001).* Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Morelia, Michoacán.

FAO. Food and Agriculture Organization. 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Resumen en español. Federal Railroad Administration (FRA), Roma, Italia.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2000. Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación Serie III. México. En: <*http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/pdf/2_info_resumen.pdf*>, última consulta: 21 de julio de 2015.

SEMARNAT/SAGARPA. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2007. NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007. Publicada el 16 de enero de 20097 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <*http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5077654&fecha=16/01/2009*>, última consulta: 21 de julio de 2015.

Velásquez, A., J.F. Mass, *et al.* 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)/Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). *Gaceta INECC* 62:21-37.

# Efectos de los aportes de agua residual en la abundancia de especies fitoplanctónicas de las bahías de Santiago y Manzanillo

Aramis Olivos-Ortiz
Ramón Sosa-Ávalos
Lidia Silva-Íñiguez
Verónica Acosta-Chamorro

## Introducción

La ciudad de Manzanillo destaca por su constante desarrollo y expansión demográfica, tiene la tasa media de crecimiento anual (1990-2000) más alta del estado (3.05%) (INEGI 2001), sin embargo, la falta de planes de ordenamiento y urbanización se ha traducido en una pobre infraestructura urbana, originando el vertimiento de las aguas residuales domésticas, turísticas e industriales, sobre caudales donde se mezclan con las aguas de lluvia que corren por la superficie (escorrentías pluviales).

Debido a la carencia o ineficiencia en la operación de las plantas de tratamiento, así como una inadecuada red de alcantarillado y drenaje, es común observar descargas de agua residual que se practican a cielo abierto en los principales arroyos, cuerpos internos costeros y al interior del recinto portuario.

Este tipo de vertidos aportan organismos patógenos y sustancias contaminantes y hasta 60% de material orgánico, dependiendo del tipo de vertido y tratamiento previo al que hayan sido sometidos (Metcalf y Eddy 1991). Así, al descomponerse las descargas se liberan elementos como: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y fósforo (P) presente en los detergentes, además de sílice (Si) proveniente del lavado continental.



Olivos-Ortiz, A., R. Sosa-Ávalos, L. Silva-Iñiguez y V. Acosta-Chamorro. 2016. Efectos de los aportes de agua residual en la abundancia de especies fitoplanctónicas de las bahías de Santiago y Manzanillo. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 606-609.

## Nutrientes y fitoplancton marino

Los elementos antes mencionados existen en forma natural disueltos en el agua marina y son considerados nutrientes esenciales del fitoplancton marino, es decir, de los organismos microscópicos que son la base de la cadena trófica marina (productores primarios). El fitoplancton asimila estos elementos y el $CO_2$ atmosférico, por medio del proceso de fotosíntesis. Por otro lado, la incorporación de aguas residuales en las zonas costeras puede dar lugar al fenómeno de eutrofización, esto es, la fertilización de las aguas costeras debido a la descarga de nutrientes presentes en el agua residual, lo que puede generar la proliferación de organismos fitoplanctónicos. Este evento generalizado es un Florecimiento Algal Nocivo (FAN) conocido como "marea roja", debido a la coloración pardo-rojiza (pueden presentarse otros colores dependiendo de los pigmentos primarios) en la columna de agua, producida por la abundancia de ciertas especies fitoplanctónicas, como ciertos dinoflagelados.

Algunas de estas especies proliferantes son capaces de producir sustancias tóxicas, las cuales al entrar a la cadena alimenticia se acumulan en organismos como moluscos y peces, presentes en zonas aledañas al sitio de la descarga. De esta manera, los humanos como consumidores finales pueden absorber tales sustancias y correr el riesgo de experimentar intoxicaciones e incluso la muerte. Cabe aclarar que no todos los eventos de marea roja resultan nocivos para los humanos.

Si bien la entrada natural de nutrientes de origen continental estimula la diversidad de especies fitoplanctónicas y en consecuencia la variedad de grupos taxonómicos presentes en las zonas litorales, cuando este enriquecimiento se mantiene de forma prolongada, o en forma de pulsos con altas concentraciones, se generan cambios en el agua de mar entre las proporciones de los elementos (Si:N; N:P y Si:P). Lo anterior genera a su vez cambios en la composición de especies fitoplanctónicas locales, interrumpiendo la cadena alimenticia original y alterando los niveles tróficos superiores. De esa manera se produce un efecto directo y negativo en la diversidad de organismos marinos y en la dominancia de una sola o algunas especies. Lo anterior puede generar repercusiones en especies económicamente rentables de la región, como lo ocurrido en zonas aledañas de ríos que desembocan en el golfo de México y el mar Mediterráneo (Justic *et al.* 1995, Spatharis *et al.* 2007). Además de lo anterior, se suman los problemas de salud, el deterioro del paisaje y la emisión de malos olores.

## El caso de las bahías de Colima

Entre septiembre de 2001 y agosto de 2002, Olivos-Ortiz *et al.* (2008) realizaron un estudio sobre la calidad del agua en las bahías de Santiago y Manzanillo, con la finalidad de identificar vertidos de agua residual que se practican sobre las lagunas de Juluapan y del Valle de las Garzas, al interior de puerto y sobre las cuencas de los arroyos Santiago y Salahua. Para este estudio se utilizó una estación de referencia situada a más de 7 km de la costa y se encontró que las concentraciones de N, P y Si fueron hasta 3.5 veces más altas en la desembocadura del arroyo Salahua y hasta cinco veces mayores hacia dentro del Puerto Interior. Asimismo, se evidenció que durante la época de lluvias (junio-octubre)

los escurrimientos continentales pueden presentar concentraciones hasta 1.2 veces más elevadas en la desembocadura del arroyo Santiago y en la boca de la laguna de Juluapan, como resultado del incremento de flujos derivados del acarreo continental. Además, se encontró que en las cuencas donde se localizan estos cuerpos de agua existen vertidos de aguas residuales que incrementan la concentración de nutrientes. Lo anterior ha generado cambios en las relaciones estequiométricas de los nutrientes disueltos, causando la proliferación de especies fitoplanctónicas nocivas.

Durante 2005 se registró que 42.5% del total de las especies identificadas en estas bahías fueron nocivas o tóxicas, según la clasificación de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO (Moestrup *et al.* 2009). Por ejemplo, en la primavera y el invierno varias especies de diatomeas (algas dependientes de Si) dominaron ampliamente, mientras que en verano y otoño prevalecieron especies de dinoflagelados (dependientes de N y P). Esta alternancia de especies se relacionó con los aportes continentales a través de los arroyos Santiago y Salahua, durante la época de lluvias, lo que además puede derivar en una disponibilidad de nutrientes para que especies oportunistas desplacen a las locales, lo cual puede generar una alternancia de especies definitiva en un corto periodo, con importantes repercusiones ecológicas.

Asimismo, tres eventos de florecimientos algales fueron identificados: el primero sucedió en abril y estuvo dominado por el silicoflagelado *Dyctiocha californica*, en el área del Puerto Interior, y el segundo ocurrió en agosto y estuvo dominado por el dinoflagelado *Prorocentrum balticum*, en la misma área. En ambos casos se generaron altas biomasas que al aglutinarse en las branquias de los peces causaron su asfixia, pero además la degradación de esta biomasa fitoplanctónica provocó el decaimiento de la concentración de oxígeno disuelto en aguas superficiales, lo cual agudizó la aparición de peces muertos. El último caso de florecimiento se presentó en la misma zona en los meses de noviembre y diciembre con una dominancia del ciliado *Mesodinium rubrum* y varias especies de dinoflagelados como *Ceratium divaricatum, Cochlodinium polykrykoides* y *Prorocentrum micans*. En esta ocasión el FAN alcanzó la bahía de Manzanillo, debido al intercambio mareal, y aunque no se detectó mortandad de peces, al degradarse el exceso de material orgánico se generó una espuma y un olor característico que fue posible percibir en toda el área urbana de la colonia Las Brisas, y en particular sobre la playa de la zona.

Estos resultados evidencian la urgente necesidad de priorizar el ordenamiento urbano y promover la implementación de infraestructura urbana (drenaje, alcantarillado y plantas de tratamiento), que haga posible controlar las descargas de agua residual. La información, sustentada con bases científicas, debe ser utilizada para alertar a las autoridades competentes sobre las medidas correctivas de los problemas ambientales derivados del aporte de aguas residuales dentro de los ecosistemas costeros.

## Conclusiones

Durante la época de lluvias las escorrentías continentales acarrean material orgánico y agua

residual, provocando cambios en la concentración de nutrientes, lo que favorece la presencia de especies fitoplanctónicas nocivas que generan mortalidad en peces y otros organismos de importancia comercial, daños a la salud de quienes los consumen, y un deterioro estético por malos olores y alteración del paisaje. Es urgente que las autoridades competentes asuman las medidas correspondientes para el correcto manejo y tratamiento de las aguas residuales, para evitar que este fenómeno se agudice y que la población se pueda ver expuesta a intoxicaciones por ingesta de pescados y mariscos durante los periodos de florecimiento fitoplanctónico tóxico.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos de CONACYT (Red FAN) por la base de datos facilitada para la identificación de las especies fitoplanctónicas.

## Referencias

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Anuario Estadístico Colima 2001. Aguascalientes, México. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee01/info/col/c06_01.pdf*>, última consulta: 21 de julio de 2015.

Justic, D., N. Rabalais, *et al*. 1995. Changes in nutrient structure of river-dominated coastal waters: stoichiometric nutrient balance and its consequences. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 40:339-356.

Moestrup, Ø., R. Akselman, *et al*. 2009. IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. En: <*http://www.marinespecies.org/HAB*>, última consulta: 30 de junio de 2015.

Olivos-Ortiz, A., R. Sosa-Ávalos, *et al*. 2008. Influencia de las descargas de agua continental en la concentración de nutrientes (N, P y Si) en las bahías de Santiago y Manzanillo, Colima. *Iridia* 6:47-57.

Spatharis, S., G. Tsirtsis, *et al*. 2007. Effects of pulse nutrients inputs on phytoplankton assemblage structure and blooms in an enclosed coastal area. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 73:807-815.

Tchobanoglous, G., F.L. Burton y H. David-Stensel. 1991. *Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse*. McGraw-Hill. Nueva York, Estados Unidos de América.

# Actividades antropogénicas que amenazan a las comunidades coralinas continentales: situación actual

Marco A. Liñán-Cabello
Laura A. Flores-Ramírez
Juan S. Zacarías-Salinas
José F. Cobo-Díaz
Silvia P. Florián-Álvarez

## Introducción

A pesar de su gran importancia ecológica en los sistemas oceánicos, los arrecifes coralinos se encuentran amenazados tanto por causas naturales como antropogénicas. Dentro de estas últimas la contaminación, sobrepesca, extracción indiscriminada y la deforestación de los ecosistemas terrestres asociados, son algunos de los factores que pueden desestabilizar un ecosistema coralino. Lo anterior provoca fragmentación, blanqueamiento y bioerosión, interfiriendo en los procesos naturales de crecimiento y reproducción (Bryant *et al.* 1997).

En las costas de Colima, en el Pacífico oriental (incluyendo las islas Revillagigedo), se han registrado 28 especies de corales entre las cuales *Pocillopora, Porites* y *Pavona* figuran como los géneros con mayor número de especies (riqueza específica) (Reyes-Bonilla *et al.* 2005). El principal problema que sufren los arrecifes de coral en la parte continental del estado es el exceso de sedimento que llega a sus aguas. Ese material proviene de tierras que han sufrido deforestación y malas prácticas agrícolas, actividades que provocan el acarreo de pesticidas y nutrientes, produciendo la eutrofización de la zona costera (Reyes-Bonilla *et al.* 2002). Con el aumento de los sedimentos los corales incrementan la producción de *mucus,* como un mecanismo de remoción de partículas que también impide la agregación de agentes patógenos o competidores; sin embargo, dicha defensa implica un incremento del gasto de energía y con ello un aumento en la respiración del coral, incrementos que pueden no ser sostenibles por periodos prolongados de tiempo (Stambler y Dubinsky 2004).



Liñán-Cabello, M.A., L.A. Flores-Ramírez, J.S. Zacarías-Salinas, J.F. Cobo-Díaz y S.P. Florián-Álvarez. 2016. Actividades antropogénicas que amenazan a las comunidades coralinas continentales: situación actual. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 610-614.

## Estado de salud de las comunidades de coral

Los sistemas coralinos más representativos del litoral colimense son La Boquita (19° 06' 11.97" N y 104° 23' 41.25" O) y Carrizales (19° 05' 50.90" N y 104° 26' 15.68" O) (figura 1). Entre los estudios más recientes realizados en esta zona cabe destacar el de Liñán-Cabello *et al.* (2006), quienes durante el verano del 2004 registraron un acomodo en capas (estratificación) en las poblaciones del género *Pocillopora,* respecto al nivel de afectación por blanqueamiento (pérdida de coloración por reducción o desaparición de sus algas simbiontes).

En la población de Carrizales se reconocieron dos niveles de pigmentación denominados corales sanos y corales semipálidos, mientras que en La Boquita se encontró además un tercer morfotipo, representado por corales totalmente decolorados. En este estudio se utilizaron diferentes indicadores moleculares como clorofila a (Cl-a) y pigmentos carotenoides (PC) asociados a cada morfotipo, los cuales permiten estimar la presencia de algas (cuadro 1). Los resultados mostraron mayores concentraciones, tanto de Cl-a y PC en los morfotipos asociados a la localidad de La Boquita, posiblemente porque los corales se encuentran a una profundidad de 2.5 m y están expuestos a una mayor exposición lumínica.

Florián-Álvarez evaluó en el 2006 la presión que el turismo ejerce sobre el arrecife La Boquita, así como el estado de salud del mismo, comparando un periodo normal respecto a uno vacacional (enero-abril del 2005). Los resultados mostraron que el número de visitantes durante el periodo vacacional se incrementa casi 400% respecto al periodo normal (de 36 a 140). De continuar con esta tendencia el arrecife habrá recibido una presión turística representada por 25 270 visitas/año. Los daños al arrecife fueron tipificados en varias categorías (figura 2) de acuerdo con el comportamiento asociado a los visitantes, como: daños al coral ocasionados por las pisadas de las personas, el anclaje de las embarcaciones, la remoción de sedimentos por practicantes de buceo inexpertos y el desprendimiento del coral, por contacto o remoción, por turistas y prestadores de servicios (cuadro 2).

**Cuadro 1.** Indicadores moleculares del blanqueamiento, según el umbral de decoloración. Cl-a = clorofila a; PC = pigmentos carotenoides. Fuente: Liñán-Cabello *et al.* 2006.

| | Sistema coralino | | | |
|---|---|---|---|---|
| | La Boquita | | Carrizales | |
| Morfotipo | Cl-a | PC | Cl-*a* | PC |
| Coral sano ($\mu g\ cm^{-2}$) | 3.18 | 0.92 | 1.02 | 1.53 |
| Coral semipálido ($\mu g\ cm^{-2}$) | 3.16 | 0.71 | 1.76 | 2.00 |
| Totalmente decolorado ($\mu g\ cm^{-2}$) | 1.23 | 0.30 | No encontrado | No encontrado |

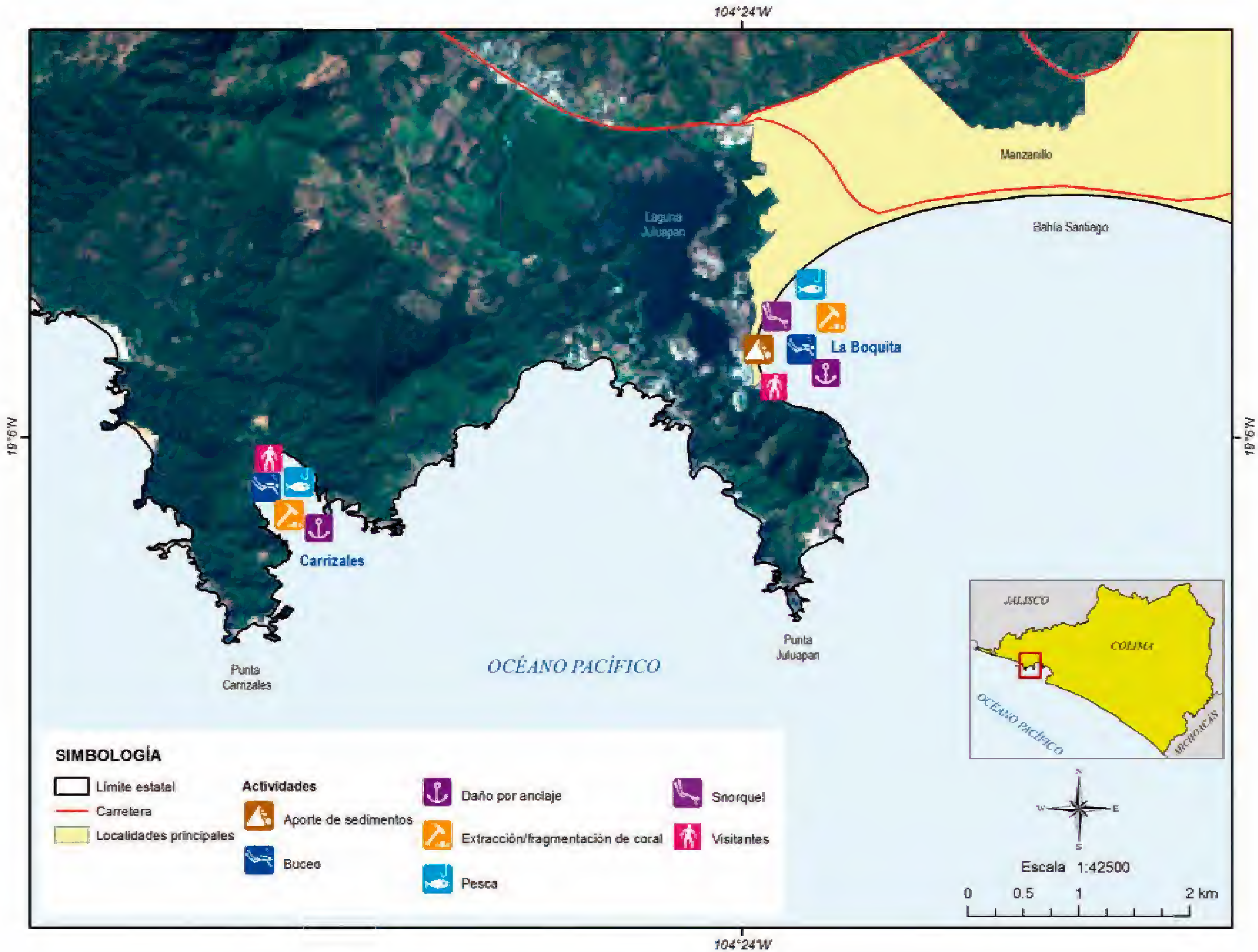



**Figura 1.** Localización de las comunidades arrecifales La Boquita y Carrizales. Fuente: elaboración propia.

**Cuadro 2.** Principales signos de afectación de las comunidades arrecifales La Boquita y Carrizales. Fuente: Liñán-Cabello *et al.* 2006.

| Categorías | Carrizales | La Boquita |
| --- | --- | --- |
| Buceo | • | • |
| Snorquel | | • |
| Pesca | • | • |
| Daño por anclaje | • | • |
| Extracción/ fragmentación | • | • |
| Aporte de sedimentos | | • |
| Visitantes | • | • |

Las investigaciones, basadas en técnicas de video-transectos y análisis de fotografía submarina (Liñán-Cabello *et al.* 2006, 2007), revelan que el mayor deterioro asociado a la salud del arrecife La Boquita se debe a la inadecuada ubicación de la infraestructura que comunica a la laguna de Juluapan con el mar. En la parte cercana a la desembocadura de la laguna, 7% del arrecife está sepultado por sedimento, dando origen a una condición de estrés en los corales asociada a las relaciones competitivas de macroalgas, disminución de luz y abatimiento de nutrientes que afectan la capacidad fotosintética de los dinoflagelados simbióticos del coral (zooxantelas).

La acción individual o sinérgica de los factores antropogénicos ha generado la degradación del hábitat y eventos locales de blanqueamiento, parcial o total, de los corales durante los meses de mayor influencia térmica. Las anomalías en la temperatura, superiores a la media, han sido registradas durante los meses de junio a octubre, aunque también se han presentado en los meses de menor temperatura de la superficie oceánica, lo cual se asocia con la influencia de la corriente de california (febrero a mayo). Además, el estado de vulnerabilidad de las poblaciones afectadas puede modificar la capacidad de regeneración de los corales y favorecer la aparición de diversos tipos de enfermedades.

A pesar de la enorme capacidad de crecimiento polimórfico y las estrategias de defensa moleculares, llevadas a cabo para atenuar los eventos de estrés provocados por la temperatura, los corales de La Boquita se encuentran bajo un estado de estrés agudo que puede ocasionar efectos irreversibles sobre su productividad, adaptabilidad y capacidad de regeneración. Por otra parte, el arrecife Carrizales no presenta un problema de sedimentación debido a su mayor distancia a los centros de influencia turística y la dificultad de su acceso, solamente posible mediante embarcaciones. En este sitio se han identificado ciertos signos de deterioro asociados a la pesca, como daños por el anclaje de las embarcaciones y fragmentación por contacto. Aunque estos factores no son predominantes en la actualidad sí son evidentes y representan un factor de deterioro a la salud de este ecosistema (Flores-Ramírez y Liñán-Cabello 2007).

## Conclusiones

Los arrecifes coralinos de La Boquita y Carrizales se encuentran bajo diferentes condiciones de estrés debido al aporte de sedimentos, al impacto del exceso de turismo y a la sobrepesca. Una parte del problema actual, prevaleciente en cada localidad, se origina en la falta de conocimiento y conciencia por parte de los visitantes y los prestadores de servicios, además de una insuficiente

labor por parte de las autoridades para realizar actividades eficientes de vigilancia, control y aprovechamiento sostenido de estas comunidades de arrecifes. Por lo anterior, es urgente aplicar regulaciones sobre las diversas actividades antropogénicas que se desarrollan en ambas localidades; así como en los ecosistemas terrestres cuyos usos de suelo afectan a los arrecifes de coral por el acarreo de sedimentos.

## Referencias


Bryant, D., L. Burke, *et al.* 1997. *Reefs at risk: a map-based indicator of potential threats to the world´s coral reefs*. World Resource Institute (WRI). Washington. Estados Unidos de América.

Flores-Ramírez, L. y M.A. Liñán-Cabello. 2007. Relationships among thermal stress, bleaching and oxidative damage in the hermatypic coral, *Pocillopora capitata*. *Comparative Biochemistry and Physiology* 146:194-202.

Florián-Álvarez, P. 2006. *Diversos indicadores de presión antropogénica sobre el arrecife coralino La Boquita, Manzanillo, Colima, México*. Tesis de licenciatura en administración de recursos marinos. Universidad de Colima (UCOL), México.

Liñán-Cabello, M.A., L. Flores-Ramírez, *et al.* 2006. Correlation of chlorophylla and total carotenoid concentrations with coral bleaching from locations on the Pacific coast of México. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 39(4):279-291.

Liñán-Cabello, M.A., D. Hernández-Medina, *et al.* 2007. Estado actual del arrecife coralino La Boquita, Colima. *IRIDIA* 5:10-23.

Reyes-Bonilla, H., L. Calderón Aguilera, *et al.* 2005. *Atlas de corales pétreos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico mexicano*. México. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)/Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS)/Universidad de Guadalajara (UDG)/ Universidad del Mar (UMAR).

Reyes-Bonilla, H., R.A. López-Pérez, *et al.* 2002. El estado actual de los arrecifes coralinos en el mundo. *Ciencia y Desarrollo* 166:12-21.

Stambler, N. y Z. Dubinsky. 2004. Stress effects on metabolism and photosynthesis of hermatypic corals. En: *Coral Health and Disease*. E.A.L. Rosenberg and Y. Loya (eds.). Springer-Verlag, Berlin, pp. 195-215.

Zacarías-Salinas, J.S. 2007. *Caracterización del fenómeno de blanqueamiento en las comunidades coralinas de La Boquita y bahía Carrizales en el verano de 2004*. Tesis de licenciatura en oceanología, UCOL. México.

# Protección y conservación de la tortuga marina en las costas

Antonio Estrada Valencia
Rebeca Serrano Barquín
Juan Andrés Espíndola-Villarón

## Descripción

Las tortugas marinas han sobrevivido a fenómenos naturales que han provocado la extinción de otras especies que fueron sus contemporáneas en diferentes etapas de la historia del planeta. Estos reptiles se han adaptado con gran éxito y son miembros importantes de los ecosistemas marinos de todo el mundo, debido a su capacidad de proliferación, sus adaptaciones evolutivas y su resistencia para sobrevivir a dificultades y enemigos naturales (Márquez 1990, Sarty y García 1999). A pesar de lo anterior, estos atributos les han sido poco útiles para soportar las presiones ejercidas por los humanos, particularmente durante el siglo XX.

Conforme se ha adquirido mayor conocimiento sobre los hábitos, comportamiento, distribución y ambientes en que estos organismos se desarrollan, resulta evidente su alta vulnerabilidad en prácticamente todas las etapas de su ciclo de vida. La explotación irracional y factores como la pesca ilegal y la degradación de los hábitats, marinos y costeros, han provocado la disminución de las poblaciones de tortugas marinas, así como el potencial reproductivo de varias de sus especies, por lo que ahora son consideradas amenazadas o en peligro de extinción. En México se presentan siete de las ocho especies que existen en el mundo, siendo la excepción la tortuga australiana kikila (*Chelonia depressa*); de éstas, las poblaciones con mayor agrupación reproductora en nuestro país son la golfina (*Lepidochelys olivacea*), laúd (*Dermochelys coriacea*) y negra (*Chelonia agassizi*). En la actualidad existe una veda total y permanente

Estrada, V.A., R.A. Serrano B. y J.A. Espíndola-Villarón. 2016. Protección y conservación de la tortuga marina en las costas. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 615-620.

hacia la explotación de todas las especies de tortugas marinas en México (Congreso del Estado 1992, SEMARNAT 2010).

México llegó a contar con uno de los contingentes más abundantes y diversos de tortugas marinas en el mundo. En los años sesenta todavía podían contarse millones de estos reptiles en las costas mexicanas del Atlántico y del Pacífico.

## Amenazas

Los principales factores que afectan a las poblaciones de tortugas marinas son: 1) pesca ilegal e incidental, ribereña y de altamar; 2) comercio ilícito; 3) saqueo de nidos; 4) depredación de nidos por animales silvestres e introducidos; 5) captura y sacrificio de hembras en las playas de anidación para la obtención de carne, huevos y aceite; 6) modificación y degradación del hábitat, particularmente de las áreas de anidación, por la tala de manglar, el relleno de áreas, la construcción de obras en humedales, el dragado y la deforestación; 7) captura incidental y 8) destrucción o contaminación de sus hábitats marinos, producidas por aguas residuales y fertilizantes (escurrimiento de agroquímicos) (Márquez 1990, Sarty y García 1999).

## Conservación

A continuación se proponen medidas de conservación que apoyarían las acciones para la protección de las tortugas marinas que anidan en Colima:

1. Establecer santuarios para la protección de las tortugas marinas.
2. Conservar al Potrero Grande (significativa extensión de tulares y ecosistemas no perturbados) y Chupadero (bosque de manglar poco alterado) como áreas naturales protegidas.
3. Restaurar la laguna de Cuyutlán, la cual ha sido muy explotada por la industria.
4. Reducir los niveles de contaminación por sedimentos en suspensión y descargas de drenaje a los cuerpos de agua.



**FIGURA 1.** Arribazón de tortugas golfinas (*Lepidochelys olivacea*). Foto: Jorge Douglas Brandon Pliego/Banco de imágenes CONABIO.

5. Mitigar los impactos negativos generados por especies introducidas, como la tilapia; reducir el uso inadecuado de redes de pesca, cacería furtiva y cultivo de estupefacientes, así como disminuir la explotación forestal comercial no controlada.
6. Involucrar a organizaciones sociales e instituciones, como el Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas (CEUNIVO) de la Universidad de Colima, el Instituto Nacional de Pesca (CRIP-Manzanillo), el Instituto Oceanográfico del Pacífico, así como otras instituciones, tanto de investigación (Universidad de Colima, Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada, Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Centro Universitario de la Costa Sur, Instituto de Ecología, A.C.) como de gobierno federal (CONANP, SEMARNAT, PROFEPA).

Como medida para abatir la merma en las poblaciones de tortugas, en nuestro país, en 1986 fueron declaradas como zonas de reserva natural un total de 17 playas de anidación de tortuga marina (DOF 1986). Asimismo, dada la necesidad de proteger y conservar a las tortugas marinas que se reproducen en las costas de México, el gobierno federal ha establecido campamentos tortugueros, tanto en el Pacífico como en el Golfo de México.

En Colima la protección de las tortugas marinas, golfina (*Lepidochelys olivacea*), laúd (*Dermochelys coriacea*) y prieta (*Chelonia agassizi*), inició en el año de 1966 con el establecimiento del primer campamento móvil en la playa Boca de Pascuales, a cargo del Departamento de Pesca. Posteriormente, dicha labor fue realizada por la extinta Secretaría de Pesca y sus centros regionales de investigación pesquera, pertenecientes al Instituto Nacional de la Pesca. En el año 1987 se realizó la construcción y operación de tres campamentos tortugueros, para la protección, conservación, investigación y manejo de las tortugas marinas, que fueron ubicados en el estero El Chupadero, municipio de Tecomán, y en las playas de Oro y El Volantín-Tepalcates, en el municipio de Manzanillo (Estrada 1987, 1988, 1990).

Actualmente existen en Colima dos campamentos en funcionamiento: el Centro de Conservación de Tortuga Marina y Desarrollo Costero El Chupadero (CCTM), en el municipio de Tecomán, operado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y el tortugario de Cuyutlán, en el municipio de Armería, manejado por el H. Ayuntamiento de Armería.

Debido a la reducción del presupuesto asignado a la SEMARNAT, el CCTM se vio en la necesidad de buscar financiamiento en diversas empresas. En 1998 seis de las principales empresas del estado conformaron el Patronato Vida Silvestre, A.C., primero en su tipo en la costa del Pacífico. El patronato ha apoyado al CCTM en sus objetivos de conservar y proteger las especies en peligro de extinción que se encuentran en Colima, siendo la tortuga marina una prioridad. De esta manera, la delegación federal de la SEMARNAT en el estado y el Patronato Vida Silvestre, A.C., elaboraron la propuesta para crear santuarios en las playas más importantes, para el desove de las tortugas marinas dentro del estado, entre las que se encuentra el Santuario Boca de Apiza-Estero El Tecuanillo.

## Santuario Boca de Apiza-Estero El Tecuanillo

Se localiza en el municipio costero de Tecomán y abarca una longitud aproximada de 25 km, con una anchura de playa que varía (incluyendo zona federal y terrenos ganados al mar) entre 24 y 60 m, arrojando una superficie total estimada de 60 ha. En esta zona se ha registrado el desove de tres de las siete especies de tortugas marinas que existen en México: golfina (*Lepidochelys olivacea*), laúd (*Dermochelys coriacea*) y prieta (*Chelonia agassizi*). Dichas especies están protegidas por la legislación y normatividad ambiental mexicana (DOF 2002b) y por la legislación ambiental internacional (DOF 1992b). Durante el lapso de 15 años se han liberado en total 710 817 crías de tortuga (2 289 laúd, 408 prieta y 708 120 golfina), registrándose con un porcentaje promedio de emergencia de 66.72%, valor que en los últimos siete años se ha incrementado a 79.25%.

Los sitios propuestos cuentan, en su zona colindante, con infraestructura mínima necesaria para apoyar en la protección y conservación de la tortuga marina. En el campamento tortuguero El Chupadero, el número promedio de sitios protegidos varía en cada temporada. Los principales cuerpos de agua colindantes a los sitios propuestos son los esteros El Chupadero, Boca de Apiza, Estero del Ahogado, El Caimán y El Tecuanillo. La vegetación predominante es matorral espinoso y selva baja caducifolia.

Los objetivos propuestos para el santuario en cuestión son: 1) asegurar la protección y conservación de la tortuga golfina (*L. olivacea*), laúd (*D. coriacea*) y prieta (*C. agassizi*), tanto de hembras anidadoras como de huevos y crías; 2) proteger el hábitat donde se lleva a cabo la fase reproductiva de estas especies, asegurando que ésta transcurra sin perturbaciones; 3) garantizar el adecuado manejo de nidos, huevos y crías para dar continuidad a un reclutamiento sostenido de nuevos individuos a la población.

En la propuesta del Santuario Boca de Apiza-El Tecuanillo se incluye un programa de manejo y protección sobre tortugas marinas que está a cargo de la CONANP y la delegación SEMARNAT



**Figura 2.** Eclosión de tortugas golfinas (*Lepidochelys olivacea*). Foto: Pablo Casacuevas Casamitjana/Banco de imágenes CONABIO.

Colima. Desde 1987 se han monitoreado de manera permanente estas playas, con el objetivo de proteger las nidadas y tortugas de las diferentes especies que salen a desovar. En el programa de manejo se plantea realizar investigación básica sobre algunos datos físicos y biológicos que tienen estrecha relación con las condiciones poblacionales y reproductivas de las tortugas, tales como: temperatura ambiental, dirección y velocidad del viento, marcaje, número de crías liberadas, número de hembras anidadoras y nidadas encontradas, porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de avivamiento, precipitación pluvial, fases lunares, número de huevos por nido y porcentaje de mortalidad. Es necesario fomentar la estandarización para colecta y análisis de datos en relación con los monitoreos poblacionales realizados en los demás campos tortugueros en el estado, incluyendo la toma de datos biométricos y parámetros ambientales, dietas y tallas de crecimiento en cautiverio. En cuanto a los ecosistemas colindantes, se cuenta con estudios elaborados conjuntamente con el Gobierno del Estado de Colima, orientados a la formulación del decreto mediante el cual se establece el área natural protegida propuesta.

La situación legal del sitio propuesto corresponde a la zona intermareal (playa), y la zona federal marítimo-terrestre y terrenos ganados al mar; por lo que necesariamente convergen los esfuerzos de los diferentes niveles de gobierno y múltiples organizaciones sociales: 1) por parte de la Federación participan dependencias como la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, la Dirección General de Vida Silvestre, la Procuraduría General de la República, las secretarías de la Defensa Nacional y de Marina; 2) autoridades municipales como la policía preventiva y 3) grupos sociales organizados, como los comités de vigilancia ambiental participativa en materia de recursos marinos, el Patronato de Vida Silvestre, A.C. y organizaciones no gubernamentales (ONG) como Bios-Iguana y Arquelón. El financiamiento que tiene el actual campamento (CCTM) se seguirá respetando, con la salvedad que se redoblarán esfuerzos para encontrar nuevos esquemas que apoyen y fortalezcan los objetivos principales del área propuesta. Actualmente el sitio cuenta con infraestructura mínima necesaria para llevar a cabo la protección y conservación de la tortuga marina: caminos, carreteras, agua y luz. El CCTM cuenta con oficinas, área de incubación, estanquería, pozo para bombeo de agua marina, cuatrimotos y personal contratado.

## Conclusiones

Si bien los resultados obtenidos por los campamentos en Colima han sido alentadores, existe aún la necesidad de proteger un mayor número de playas y otorgarles un estatus jurídico que proporcione un marco legal más definido para las acciones de protección y conservación que en ellas se llevan a cabo.

En 1986, diferentes playas de Michoacán y Jalisco fueron declaradas por la Federación como santuarios para la protección de las áreas de anidación de tortugas marinas (INECC y SEMARNAT 1986). Considerando que dichas entidades federativas son colindantes a los límites sur y norte de Colima, así como a la naturaleza migratoria de estas especies, la declaración de

santuarios en las playas de anidación de Colima debe ser una prioridad, ya que es muy probable que las tortugas que anidan en estas regiones (Colima, Jalisco y Michoacán) pertenezcan a las mismas poblaciones. Con el establecimiento de santuarios en la entidad se reforzaría la aplicación de estrategias de protección y conservación de las tortugas marinas, a lo largo de la región central de la costa del Pacífico.

Por otra parte, la figura de santuario, enmarcada en lo tipificado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF 1988), se adecua administrativa, operativa y conceptualmente a los resultados obtenidos, tales como la educación lograda en la población civil del estado, como lo refleja la existencia de grupos voluntarios que desarrollan actividades de protección y manejo de tortugas marinas. La necesidad de coordinación institucional de los esfuerzos federales y ciudadanos es otro aspecto importante que justifica las acciones propuestas para la protección de tortugas marinas en Colima.

## Referencias


Congreso del Estado. 1992. Decreto promulgatorio de la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES). Publicado el 6 de marzo de 1992 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

Estrada, V.A. 1987. *Elaboración del programa técnico: Protección y conservación de la tortuga marina en las costas del estado de Colima (playa de Oro y playa Boca de Apiza-Chupadero), temporada 1987-1988.* Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). Colima, Colima.

Estrada, V.A. 1988. *Elaboración del programa técnico: Protección y conservación de la tortuga marina en las costas del estado de Colima, temporada 1988-1989.* SEDUE. Colima, Colima.

———. 1990. *Informe final de las actividades desarrolladas en el Programa de conservación de las tortugas marinas en el estado de Colima, temporada 1989-1990, campamentos tortugueros Boca de Apiza-Chupadero y Volantin-Tepalcates.* SEDUE. Colima, Colima.

INECC y SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1986. decreto 2479 "por el que se determinan como zonas de reserva y sitios de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control, de las diversas especies de tortuga marina, los lugares en que anida y desova dicha especie". Publicado el 29 de octubre de 1986 en la Gaceta Ecológica, Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

Márquez, M.R. 1990. *Sea turtles of the world.* Food and Agriculture Organization (FAO). Fisheries Synopsis. Rome.

Sarty, L. y N. García. 1999. Estimación del tamaño de la población anidadora de tortuga laúd *Dermochelys coriacea* y su distribución en el Pacifico mexicano. En: *Manual para la toma de datos y organización de la información en los campamentos tortugueros del proyecto.* Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). México.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

# Tráfico de flora y fauna silvestres

Julia Alejandra Maldonado-Orozco

## Introducción

En las últimas décadas, la diversidad de flora y de fauna silvestres se ha visto afectada como resultado de la combinación de factores económicos, políticos, jurídicos y sociales. En este contexto es una gran responsabilidad compartida –entre autoridades ambientales, sociedad civil, instituciones educativas y de investigación–, proteger, conservar y aprovechar sustentablemente la riqueza natural de México. Ello implica reducir los impactos nocivos que provocan la deforestación, la pérdida de la biodiversidad, la erosión de los suelos, la desertificación creciente y la contaminación del aire, suelo y agua, entre otros.

Uno de los aspectos importantes de la gestión ambiental es la procuración de justicia ambiental, entendida como el estricto cumplimiento de la legislación ambiental, de manera íntegra y transparente. En ella se busca hacer partícipe a la sociedad de instrumentos y procedimientos jurídicos que permitan la defensa y protección de los recursos naturales, mediante la atención a las organizaciones civiles, comunidades y poblaciones, quienes señalan actos que impactan negativamente el medio ambiente, en particular a la flora y a la fauna silvestres.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), tiene como objetivo frenar, contener y revertir el deterioro del entorno, mediante acciones transversales con los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal). Esto implica el desarrollo de actividades coordinadas con otras dependencias de justicia de la administración pública federal

Maldonado-Orozco, J.A. 2016. Tráfico de flora y fauna silvestres. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 621-631.

y con amplios sectores de la sociedad, siempre en defensa de nuestro patrimonio, creando con ello nuevos y mayores alcances en el cuidado y protección del medio ambiente y los recursos naturales (figura 1).

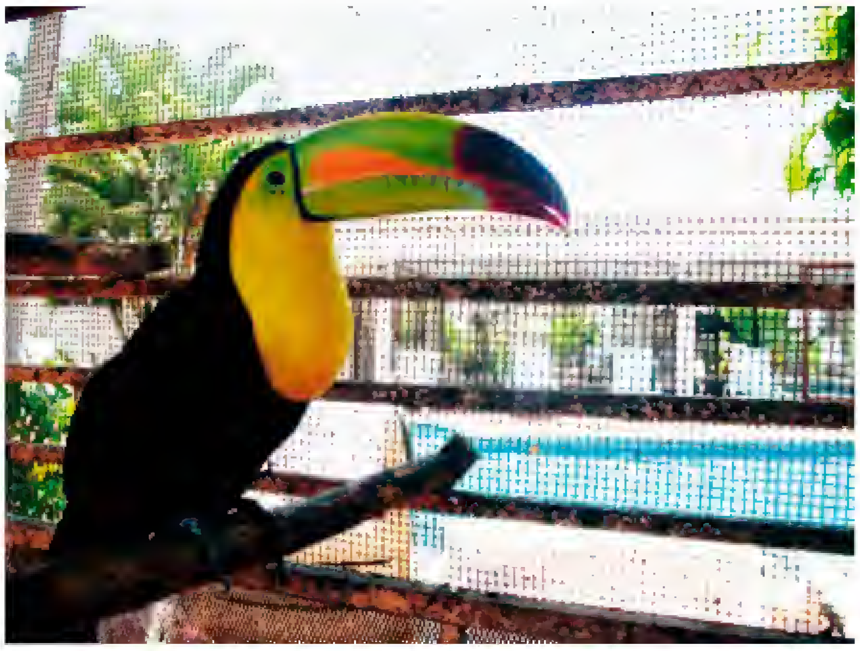


**Figura 1.** Tucán real (*Ramphastos sulfuratus*) ejemplar decomisado por la PROFEPA en Colima. Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.

## Legislación

El aprovechamiento, protección y conservación de la flora y fauna silvestres son actividades que se encuentran reguladas a nivel nacional por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como por la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento (SEDUE 1988, DOF 2000).

La NOM-59-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) asigna categorías de riesgo o estatus de conservación a algunas especies de flora y fauna silvestres de nuestro país, y define su inclusión en las listas de la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). En el país existen 2 405 especies bajo protección especial, raras, amenazadas o en peligro de extinción, sobresaliendo 277 en esta última categoría, así como 143 que solamente existen en la República Mexicana (endémicas) (SEMARNAT 2000). Según esta normativa, la posesión de ejemplares de fauna y flora silvestres incluidos en alguna categoría de protección, sin la autorización por parte de la autoridad competente, constituye un delito federal, de acuerdo con el artículo 420 del Código Penal Federal, que conlleva una pena de hasta nueve años de cárcel y tres mil días de multa.

## Problemática

Los principales factores que amenazan a la biodiversidad son: la expansión de la frontera agropecuaria, las explotaciones forestales, la introducción de especies exóticas, la presencia de plagas y enfermedades, la cacería, el tráfico y el comercio ilegal de especies, productos y subproductos de vida silvestre.

Las principales rutas de tráfico ilegal de vida silvestre en México se originan en los estados del sur y sureste y se dirigen hacia el centro del país, utilizando las vías de comunicación terrestre del golfo de México, principalmente las ubicadas en los estados de Veracruz (vertiente del golfo, norte y centro), Sinaloa, Durango, Nayarit y Michoacán. La movilización de ejemplares, productos y subproductos de vida silvestre tiene como principales objetivos las ciudades de Guadalajara, Jalisco, León, Guanajuato y México, D.F.

## Acciones

La protección de las especies de fauna y flora silvestres constituye uno de los retos más impor-



**Figura 2.** Jaulas con aves que se comercializaban en las calles de la ciudad. Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.

tantes de la gestión ambiental. En este sentido, la conservación de estas especies se ha orientado con base en los siguientes objetivos:

- Combatir el tráfico ilegal de ejemplares, productos y subproductos de vida silvestre en mercados y tianguis del país (figura 2).
- Combatir la captura, acopio y comercialización ilícita de ejemplares, productos y subproductos de vida silvestre (figuras 3 y 4).
- Verificar el cumplimiento de la normatividad aplicable en las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA), extensivas e intensivas, y en las comercializadoras (acuarios, tiendas de mascotas, veterinarias y tianguis) (figura 5).



**Figura 3.** Cotorras cuchas (*Amazona autumnalis*) que se comercializaban sin autorización en las calles de la ciudad. Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.



**Figura 4.** Iguanas verdes (*Iguana iguana*) atadas para su venta. Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.



**Figura 5.** Ciervo rojo (*Cervus elaphus*) en la UMA El Peregrino. Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.

- Verificar el cumplimiento de la normatividad en circos, parques recreativos y otros espectáculos ambulantes (figura 6).
- Incrementar la participación social en el cumplimiento de la legislación ambiental, en materia de vida silvestre, mediante la instalación de comités de vigilancia ambiental participativa (figura 7).

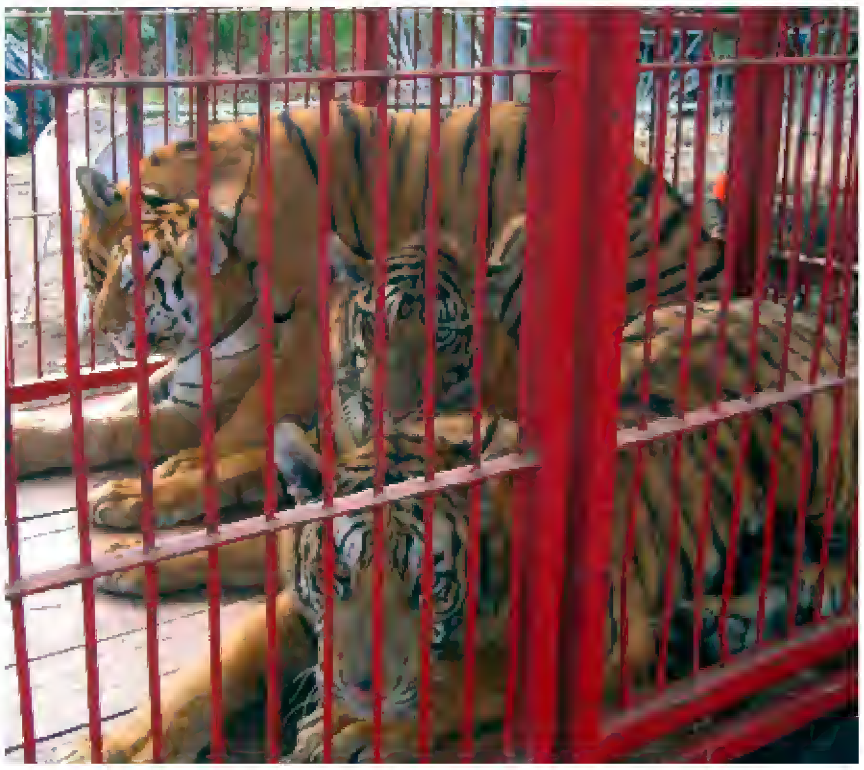


Figura 6. Tigres (*Panthera tigris*) en exhibición para circo. Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.



Figura 7. Liberación de crías de tortugas marinas de la especie golfina (*Lepidochelys olivacea*) en el campamento El Chupadero, en Tecomán. Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.

En Colima, durante los últimos años se han realizado acciones permanentes para combatir el tráfico ilegal de especies silvestres. Como ejemplo de esto, durante el periodo 2000-2007 se iniciaron un total de 528 inspecciones a UMA, viveros, circos, comercializadoras y colecciones particulares. Se llevaron a cabo 163 operativos, se atendieron 127 denuncias populares y se elaboraron 60 peritajes en identificación de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre (cuadro 1).

Cuadro 1. Acciones de inspección realizadas en materia de vida silvestre durante el periodo 2000-2007. (*) Los datos del 2007 corresponden solamente al primer semestre; (**) se desconoce la cantidad exacta. Fuente: datos no publicados, PROFEPA 2007

| Inspecciones | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007* | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tortuga marina | 1 | 4 | 28 | 10 | 10 | 6 | 9 | 4 | 72 |
| UMA | 0 | 2 | 4 | 1 | 9 | 0 | 13 | 12 | 41 |
| Viveros | 0 | 17 | 26 | 4 | 18 | 13 | 13 | 9 | 100 |
| Circos | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 | 1 | 16 |
| Colecciones particulares | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 4 | 9 |
| Otros | 29 | 26 | 5 | 33 | 38 | 30 | 20 | 13 | 194 |

Cuadro 1, continúa

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Operativos | 12 | 15 | 18 | 23 | 28 | 32 | 22 | 13 | 163 |
| Denuncias | ** | ** | 9 | 21 | 27 | 34 | 18 | 18 | 127 |
| Peritajes | 3 | 4 | 5 | 4 | 8 | 15 | 16 | 5 | 60 |
| Total | 44 | 68 | 88 | 57 | 83 | 67 | 69 | 52 | 528 |

**Cuadro 2.** Aseguramiento de ejemplares de flora silvestre durante el periodo 2000-2007. (*) Los datos del 2007 corresponden solamente al primer semestre; (**) se desconoce la cantidad exacta. Fuente: datos no publicados, profepa 2007.

| Aseguramientos | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007* | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Flora en general | 0 | 3 049 | 274 | 0 | 5 141 | 0 | 0 | 0 | 8 464 |
| Cactáceas | 0 | 7 828 | ** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 828 |
| Patas de elefante | 0 | 145 | 100 | 0 | 3 225 | 60 082 | 21 | 41 | 63 614 |
| Cycas | 0 | 22 | 48 | 21 | 3 416 | 896 | 0 | 248 | 4 651 |
| Zamias | 0 | 29 | 50 | 0 | ** | 3 030 | 0 | 3 | 3 112 |
| Palmas triangulares | 0 | 3 | 2 | 0 | 16 | 1 | 4 | 2 | 28 |
| Helechos arborescentes | 0 | 42 | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 50 |
| Agaves | 0 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| Bromelias | 0 | 0 | 7** | 1 000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 007 |
| Total | 0 | 11 137 | 487 | 1 021 | 11 798 | 64 011 | 21 | 294 | 88 769 |

**Cuadro 3.** Aseguramiento de ejemplares de fauna silvestre durante el periodo 2000-2007. (*) Los datos del 2007 corresponden solamente al primer semestre. Fuente: datos no publicados, profepa 2007.

| Aseguramientos | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007* | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fauna en general | 10 | 25 | 61 | 0 | 43 | 0 | 0 | 0 | 139 |
| Mamíferos | 24 | 8 | 3 | 4 | 121 | 19 | 16 | 13 | 208 |
| Caballitos de mar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Aves | 83 | 405 | 15 | 16 | 9 | 153 | 11 | 18 | 710 |
| Reptiles | 182 | 99 | 25 | 70 | 20 | 32 | 34 | 0 | 462 |
| Total | 299 | 537 | 104 | 90 | 190 | 205 | 61 | 31 | 1 517 |

**Cuadro 4.** Aseguramiento de ejemplares disecados de fauna silvestre durante el periodo 2000- 2007. (*) Los datos del 2007 corresponden solamente al primer semestre. Fuente: datos no publicados, PROFEPA 2007.

| Aseguramientos | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007* | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mamíferos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 6 |
| Caballitos de mar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 99 | 0 | 99 |
| Aves | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Reptiles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 1 | 31 |
| Total | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 134 | 3 | 137 |

**Cuadro 5.** Aseguramiento de artículos elaborados con piel de fauna silvestre durante el periodo 2000-2007. (*) Los datos del 2007 corresponden solamente al primer semestre. Fuente: datos no publicados, PROFEPA 2007.

| Aseguramientos | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007* | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pares de zapatos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Pares de botas | 70 | 98 | 238 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 410 |
| Cinturones | 16 | 11 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 82 |
| Billeteras | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Toquillas | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Total | 86 | 119 | 301 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 515 |

**Cuadro 6.** Aseguramiento de piezas cobradas de fauna silvestre en actividades cinegéticas durante el periodo 2000-2007. (*) Los datos del 2007 corresponden solamente al primer semestre. Fuente: datos no publicados, PROFEPA 2007.

| Aseguramientos | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007* | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mamíferos | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| Aves | 38 | 72 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 125 |
| Reptiles | 1 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| Total | 39 | 206 | 0 | 0 | 15 | 0 | 1 | 0 | 261 |

Durante este periodo (2000-2007), se aseguraron precautoriamente 88 769 ejemplares de flora silvestre, 1 517 ejemplares de fauna silvestre, 913 piezas de productos y subproductos de fauna silvestre y 30 kg de carne (cuadros 2, 3, 4, 5 y 6).

De 2006 a 2007, la PROFEPA en Colima recibió 147 ejemplares de fauna silvestre (120 reptiles), entregados de manera voluntaria. Algunos fueron encontrados heridos o enfermos, rescatados del maltrato, o fueron colectados por personas que no

**Cuadro 7.** Ejemplares de fauna silvestre entregados voluntariamente a la PROFEPA durante el periodo 2000-2007. (*) Los datos del 2007 corresponden al primer semestre; (**) se desconoce la cantidad exacta. Datos no publicados, PROFEPA 2007.

| Ejemplares entregados | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007* | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mamíferos | 4 | 1 | — | — | — | — | 6 | 3 | 14 |
| Aves | 0 | 0 | — | — | — | — | 16 | 0 | 16 |
| Reptiles | 2 | 13 | — | — | — | — | 120 | 0 | 135 |
| Invertebrados | 0 | 1 | — | — | — | — | 2 | 0 | 3 |
| Total | 6 | 15 | ** | ** | ** | ** | 144 | 3 | 168 |

* El 2007 corresponde al primer semestre, ** se desconoce la cantidad exacta

saben qué hacer con ellos y los entregan a las autoridades. Durante el periodo completo, 2000-2007, se entregaron más de 168 ejemplares de fauna silvestre, con la consideración de que no existen datos para el periodo 2002-2005 (cuadro 7).

Entre los ejemplares de fauna silvestre entregados de manera voluntaria resaltan los siguientes grupos: felinos: tigrillo (*Leopardus wiedii*, figura 8) y onza o jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*, figura 9); iguanas: verde (*Iguana iguana*) y negra (*Ctenosaura pectinata*); aves rapaces: aguilillas y queleles (figura 10); y serpientes: boas (*Boa constrictor*), entre otros.



**Figura 8.** Tigrillo joven (*Leopardus wiedii*). Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.

## Destino de la flora y fauna silvestres incautados

Según los procedimientos administrativos implementados por la PROFEPA Colima, los ejemplares, partes y derivados, productos y subproductos de flora y fauna silvestres son decomisados a favor de la nación. De acuerdo con el artículo 174 bis de la LGEEPA y al artículo 129 de la LGVS, estos pueden venderse, rematarse en subasta pública, donarse a organismos públicos, instituciones científicas públicas o privadas y unidades que realicen actividades de conservación de la vida silvestre, enseñanza



Figura 9. Cachorro de jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*). Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.



Figura 10. Quelele o quebrantahuesos (*Polyborus* sp.). Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.

superior o la beneficencia. Se puede conceder el internamiento temporal en un centro de conservación o institución análoga, con el objetivo de rehabilitar al ejemplar decomisado, hasta dar paso a la liberación en su hábitat natural, o bien se puede determinar su destrucción, imposibilitando su aprovechamiento cuando se trate de productos o subproductos de flora y fauna silvestres que pudieran transmitir alguna enfermedad.

## Acciones por realizar

Es muy importante continuar con las acciones de prevención, principalmente en las escuelas, mediante la información a los ciudadanos de la importancia que tiene la protección y conservación de los recursos naturales. También es necesario dar a conocer aquellos actos que infringen la legislación ambiental en materia de vida silvestre y sus consecuencias legales y ambientales, dado que muchas personas actúan por desconocimiento.

Es necesario continuar con las actividades de inspección y vigilancia, así como la concientización y capacitación a los cuerpos de seguridad de los tres niveles de gobierno, para frenar y evitar el tráfico ilegal de flora y fauna silvestre, y buscar acciones alternativas para aquellas personas o lugares que lo solicitan.

Las comercializadoras de flora y fauna silvestres requieren contar con un adecuado sistema de marcaje para invertebrados (tarántulas), anfibios (ranas o salamandras) y reptiles (serpientes), así como para los artículos elaborados con piel de fauna silvestre.

Los vendedores ambulantes requieren mayor información y alternativas de ingresos económicos para evitar la reincidencia en el tráfico de fauna y flora silvestres.

En el tráfico de productos de tortuga marina es necesario ofrecer alternativas productivas a los grupos marginales que se dedican a esta actividad.

Los viveros, al igual que las comercializadoras, deben mejorar la técnica de marcaje de ejemplares.

Las UMA extensivas, dedicadas a la actividad cinegética, deben mejorar el control de la cacería furtiva, en especial por personas ajenas a los ejidos o predios, así como ejercer un mayor control sobre los animales cazados.

## Conclusiones

En Colima se han logrado establecer buenos niveles de control sobre aquellos establecimientos dedicados a la comercialización de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre. De manera general, los establecimientos existentes acreditan su legal procedencia y posesión al momento de las visitas de inspección. Como ejemplo de esto los comerciantes de piel para calzado y las zapaterías han cambiado su giro hacia el uso de piel sintética; el comercio que realizan actualmente no incluye productos elaborados con pieles de fauna silvestre regional.

En la actualidad es más difícil ver el comercio ambulante de fauna silvestre en las calles y tianguis del estado, por lo que es evidente que han funcionado los operativos realizados para remitir al Ministerio Público Federal a aquellas personas que se encuentran comercializando aves silvestres (principalmente pericos), imponiéndoles penas que incluyen la privación de la libertad.

La coordinación estrecha que existe entre los diferentes cuerpos de seguridad de los tres niveles de gobierno, así como la participación ciudadana, han permitido que disminuya el saqueo y la comercialización de huevos de tortuga marina, así como el sacrificio de sus ejemplares. Prueba de esto es la disminución en el costo de los huevos de tortuga en el mercado negro, el cual en el 2007 no sobrepasaba los 6 pesos, precio menor (de 2 a 4 pesos) al que se ofrecía ocho años antes; según información proporcionada por los habitantes de los lugares donde se vendían estos productos. Se sabe que los cargamentos más importantes que se han detectado, del 2001 al 2007, provenían de las costas de Jalisco y Michoacán.

En general, durante las visitas practicadas a los viveros, en los últimos años, no se han detectado ejemplares de flora silvestre con procedencia ilegal. Las irregularidades que normalmente se encuentran son de tipo administrativo; además, de acuerdo con lo señalado por los mismos viveristas, los transportistas que traen ejemplares extraídos del medio natural, sin autorización alguna, han dejado de acudir a ofrecer plantas nativas.

El desarrollo de proyectos, tales como el establecimiento de UMA extensivas, cuya finalidad es la actividad cinegética o cacería, así como el ecoturismo, ha permitido una mayor concientización entre los ejidatarios y pequeños propietarios para proteger la flora y fauna silvestres nativas. Estos grupos sociales están entendiendo que tales recursos representan un mercado que atrae

a turistas, quienes potencialmente pueden generar derramas económicas locales y regionales.

También es frecuente que los ciudadanos se acerquen al personal de la PROFEPA Colima para entregar flora y fauna silvestre, lo que representa un avance significativo, ya que anteriormente los animales eran revendidos o abandonados a su suerte. El tráfico ilegal de fauna y flora es un problema que requiere estudios permanentes que permitan tomar decisiones para conservar la biodiversidad de Colima.

## Referencias


SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. México. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015. DOF 05-11-2013. Texto vigente. En: <*http://www.metro.df.gob.mx/transparencia/imagenes/fr1/normaplicable/2014/1/lgeepa14012014.pdf*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

Congreso del Estado, SEMARNAT. 2002. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. México. Última reforma publicada el 26 de enero de 2015. DOF 26-01-2015. Texto vigente. En: <*http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_260115.pdf*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.


RECUADRO

## COMBATE AL TRÁFICO ILEGAL DE PSITÁCIDOS


Julia Alejandra Maldonado-Orozco



Maldonado-Orozco, J.A. 2016. Combate al tráfico ilegal de psitácidos. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 632-633.


En Colima, el tráfico ilegal de psitácidos incluye a miembros de la familia Psittacidae, como pericos, loros, cotorros y guacamayas. Este problema se ha combatido a través de la realización de operativos en los que participa personal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), en coordinación con la Agencia Federal de Investigación (AFI), el Ministerio Público Federal (MPF), así como la policía estatal y municipal. Estos operativos se llevan a cabo en mercados, tianguis y comercios establecidos, donde se ha detectado la posesión y comercialización de ejemplares de éste y otros grupos de fauna silvestre. Habitualmente en los operativos se encuentran ejemplares jóvenes sin plumas (polluelos), pertenecientes a la especie conocida comúnmente como cotorrita atolera (*Aratinga canicularis*), los que son capturados en el interior del estado (figura 1).

Hace aproximadamente dos años, los vendedores ambulantes que se encontraban en las dife-



**Figura 1.** Polluelos de cotorrita atolera (*Aratinga canicularis*) decomisados por la Procuraduría General de la República en Manzanillo.
Foto: Julia Alejandra Maldonado Orozco.

rentes calles y tianguis de los municipios de Colima, Tecomán y Manzanillo eran principalmente personas originarias de los estados de Michoacán y Puebla, quienes venían a realizar la comercialización de aves canoras y de ornato. Las especies de psitácidos que estas personas comercializaban tenían su distribución natural fuera del estado, como es el caso del loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*) enlistado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), como especie sujeta a protección especial, y la cotorra cucha (*Amazona autumnalis*), así como ejemplares sin emplumar conocidos comúnmente como viejitos (*Pionus senilis*) y que también están enlistados como especies amenazadas.

Cabe destacar que a partir del año 2002 la coordinación con las diferentes autoridades, municipales, estatales y federales, ha permitido que además de los procedimientos administrativos correspondientes a la PROFEPA, se remita ante el MPF a las personas que realizan la venta ambulante de aves canoras y de ornato, cuando no cuentan con las autorizaciones correspondientes. Igualmente, ha tenido resultados positivos en la disuasión de la venta ilegal de aves la impartición de pláticas a elementos de la Dirección de Seguridad Pública y Vialidad, de algunos municipios, quienes han tenido una mejor participación en los operativos.

Si bien la vigilancia ambiental ha ayudado a disminuir la comercialización ambulante de ejemplares de fauna silvestre, factores como la demanda nacional e internacional, así como la falta de información y conciencia ambiental por parte de la ciudadanía, permite que el comercio ilegal (mercado negro) de psitácidos continúe en el estado. Por esta razón, es recomendable que sumado al combate directo contra el tráfico ilegal se generen alternativas económicas en las zonas rurales y se concientice a los consumidores, entre otras acciones, para que promuevan la valoración y conservación de las especies de esta familia de aves.

## Referencias

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

ESTUDIO DE CASO

# DEFORESTACIÓN Y FRAGMENTACIÓN DE LOS HÁBITATS DE LAS PAROTAS EN LAS CIUDADES DE VILLA DE ÁLVAREZ Y COLIMA

Ma. de Lourdes Gutiérrez-González

Óscar Rebolledo-Domínguez

## Descripción

Las parotas (*Enterolobium cyclocarpum*) son árboles muy apreciados por los habitantes de Colima debido a sus múltiples usos, además de su aspecto ornamental. Desde la época prehispánica los árboles de parota (también llamados guanacastes), se plantaban en los campos como cerco vivo para proporcionar sombra y semillas eran fuente de proteína para el ganado.

Con el paso del tiempo, el crecimiento de las ciudades ha invadido lo que anteriormente fueron campos arbolados, dejando árboles de parota (muchos de ellos centenarios y de gran envergadura) aislados dentro de las áreas urbanas (figura 1). Esta situación es considerada por los desarrolladores como una amenaza, ya que la protección de estos árboles dentro de sus predios significa sacrificar terreno vendible o modificar los trazos en las vialidades.

Entre quienes construyen infraestructura urbana en Colima se ha hecho una práctica común que al encontrarse con árboles de parota propongan compensar los daños de eliminación de éstos, plantando 100, 200 o más plantas. Lamentablemente, la mayor parte de las veces tales acciones no se cumplen, y en los pocos casos en que se realizan las plantaciones no se les proporciona ningún tipo de seguimiento o mantenimiento. En la mayoría de los casos, los programas de reforestación se limitan casi exclusivamente a la producción de plántulas de esta especie, ignorado los cuidados posteriores a su plantación. Los cambios de administraciones de gobierno en esta entidad contribuyen significativamente a la falta de continuidad y seguimiento de las medidas de restitución del arbolado urbano.

## Problemática

Se calcula que en las ciudades de Villa de Álvarez y Colima existen 120 y 170 ejemplares de parota, respectivamente, con un diámetro de 90 cm a 1 metro. Estos ejemplares se encuentran en riesgo de ser derribados debido a las necesidades de urbanización y crecimiento de las ciudades y por la aparición de enfermedades (fitopatologías) derivadas del poco cuidado que se les concede.

Por otra parte, en estas ciudades se presentan otros factores ambientales y sociales que perjudican a los árboles de parotas, sometiéndolos a

Gutiérrez-González, M. de L. y Ó. Rebolledo-Domínguez 2016. Deforestación y fragmentación de los hábitats de las parotas en las ciudades de Villa de Álvarez y Colima. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 632-634.




**Figura 1.** Árbol de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en áreas urbanas. Foto: María de Lourdes Gutiérrez González.

varias circunstancias adversas para su supervivencia, tanto en entornos urbanos como en ambientes rurales. Además, en las áreas urbanas se agregan otros factores limitantes como: la tala generada por actividades de urbanización, el aire citadino caliente y cargado con gases emanados de los automotores, los derrames en la vía pública de combustibles u otras sustancias tóxicas, la compactación de suelo por construcciones de edificios y calles, así como la presencia de sales por escurrimientos provenientes del concreto, asfalto y escombros (cascajo) que contienen piedra caliza. Estos factores disminuyen la aireación, la captación de agua y nutrimentos por las raíces, incluso provocan cambios en el pH del suelo, contribuyendo a intensificar el estrés en los árboles.

Otras prácticas como las podas severas, el tratamiento inadecuado de las heridas realizadas por la poda, y los daños por colgar anuncios, provocan el debilitamiento del estado de salud de los árboles y favorecen su susceptibilidad a ataques de insectos plaga que amenazan seriamente la salud e integridad de las parotas, tales como: cochinillas (*Pseudoccocus* spp.), termita (*Coptotermes gestroi*), fitopatógenos (*Lasiodiplodia* spp., *Nectria* spp., y *Ganoderma* spp.) y de plantas parásitas como muérdagos (*Arceuthobium* spp.). Todos estos organismos amenazan seriamente la salud e integridad de las parotas, en las áreas urbanas de Colima.

En lo que respecta a los elementos adversos en zonas rurales se podrían mencionar los siguientes: la tala clandestina para comercializar la madera, la expansión de la frontera agropecuaria y los desarrollos de fraccionamientos "campestres", el incremento de las actividades mineras en áreas forestales, los incendios provocados por las quemas agrícolas, la intoxicación por exposición a agroquímicos, especialmente herbicidas, y las variaciones en el régimen climático, manifestadas como lluvias escasas y de errática distribución, así como sequías. Se piensa que en Colima todos

estos factores impactan el estado de salud de las parotas, provocando su debilitamiento y promoviendo el incremento en el número y variedad de patógenos y parásitos, especialmente hongos, insectos y muérdagos, cuyas afectaciones pueden poner en riesgo la existencia de las parotas dentro del territorio estatal.

## Conservación

Son múltiples las razones para fomentar la protección de los árboles de parota: su edad y tamaño son particularmente extraordinarios, existiendo ejemplares de más de 70 años y con tallos que miden más de cinco metros de circunferencia, un ejemplar se ubica cerca a Chiapa y Ocotillo, al norte de Colima. Es un árbol tradicional y nativo que embellece patios, calles y avenidas de ciudades y comunidades rurales, debido a sus enormes copas y elegante follaje. Las parotas son árboles ideales para parques y áreas de recreación ya que proporcionan sombra y refrescan los lugares, así como bordes de caminos y barreras rompevientos. Asimismo, estos árboles tienen una madera que puede ser utilizada comercialmente como madera aserrada, lambrín, chapa y triplay, en carpinterías y ebanisterías, así como para usos artesanales. También se utiliza para leña, en la construcción, en la fabricación de utensilios de cocina, labranza y artesanías. Los frutos se usan como alimento para el ganado, alimentación humana, fabricación de jabón y medicina tradicional; el exudado se utiliza como goma adhesiva y medicinal; la corteza sirve como curtiente y también presenta uso medicinal.

Las parotas son una especie de fácil adaptación, es un buen conservador y restaurador de suelos y mantiene simbiosis con especies fijadoras de nitrógeno; produce una cobertura de hojarasca que sirve como abono orgánico y proporciona refugio y alimento para la fauna silvestre. A pesar de estos beneficios y servicios ambientales, su tala para diversos fines así como las patologías descritas están contribuyendo a la rápida disminución de sus poblaciones a escala local; por estas razones es imperativo contar con un programa de control sanitario para combatir las patologías que amenazan y merman la salud de estos árboles.

Un hecho reciente e importante para la conservación de esta especie fue el decreto estatal en el que la parota fue declarada una especie protegida y emblemática de Colima (Congreso del Estado 2011). Esta declaratoria tiene como objetivo el manejo sustentable, la protección, la conservación, el aprovechamiento y la reproducción de esta especie, para emprender acciones que mejoren y aumenten su población en el estado, así como su aprovechamiento (Congreso del Estado 2011). Esta norma es muy importante, sin embargo son necesarios estudios que permitan conocer y conservar las poblaciones de este importante recurso de flora para la entidad.

## Referencias

Congreso del Estado. 2011. Decreto de protección de la especie arbórea comúnmente conocida en la región como “Parota” y cuyo nombre científico corresponde, de acuerdo a la nomenclatura de su clasificación taxonómica de género y especie, como *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq). Griseb. Tomo 96, Número 36. Publicado el 11 de agosto de 2011. Colima, Colima. Texto vigente.

# S8

## PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN A LA BIODIVERSIDAD

Manzanillo, Colima. Foto: Joanna Acosta Velázquez



# Resumen ejecutivo

Oscar Báez-Montes

Los esquemas para la conservación que se han planteado en el estado tienen como objetivo proteger especies, ecosistemas y recursos genéticos de relevancia local, nacional e internacional, en ambientes terrestres continentales y marinos. Aproximadamente 4% de su superficie continental se ha decretado como área natural protegida (anp) en alguna categoría federal, además de cuatro islas que conforman el Archipiélago de Revillagigedo. Además de la declaratoria de anp, la Sierra de Manantlán es considerada una región terrestre prioritaria, así como área de importancia para la conservación de las aves; en esta última se incluyen además al Volcán de Colima e Islas Revillagigedo.

La representación de ecosistemas en las anp en la entidad se ha enfocado principalmente a ambientes templados; en esta sección se presenta una propuesta para incluir diferentes sitios con bosques tropicales, con base en una planeación sistemática que considera los grupos de plantas y aves de estos ecosistemas, como un complemento de los esquemas actuales de anp. Una porción de la sierra de Manantlán se encuentra en Colima, su manejo se realiza en colaboración interestatal y el componente humano es esencial para la conservación de los recursos biológicos que de ésta se obtienen y las actividades de subsistencia para las comunidades (agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal maderable y no maderable). Las actividades de gestión para la atención de problemáticas y conflictos ha sido la base para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos.

Báez-Montes, O. 2016. Resumen ejecutivo de Protección y conservación a la biodiversidad. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 637-638.

El ordenamiento ecológico del territorio (OET) de esta entidad tiene como objetivo la planeación en el uso del suelo y de los recursos naturales. Uno de sus principios es hacer compatibles el desarrollo con la conservación de la biodiversidad. En el territorio confluyen múltiples actividades y actores que realizan diversas actividades, lo que busca el OET es hacerlas compatibles con las características físicas, biológicas y sociales.

Las unidades de gestión ambiental (UGA) son porciones del territorio en las cuales se establece una política de manejo, con base en las aptitudes y diversas estrategias para asegurar el cumplimiento de sus objetivos. Los escenarios de tendencia generados durante la elaboración del OET en Colima indican una disminución en las selvas y aumento de las áreas agrícolas. La presente sección también se refiere a las acciones de conservación en ambientes costeros y marinos.

En una de las contribuciones se describe que a mediados del siglo pasado las poblaciones de tortugas marinas disminuyeron, derivado de ello se implementaron acciones de regulación pesquera y de protección de áreas de anidación en la costa.

Los arrecifes de La Boquita y Carrizales son representativos en el litoral colimense, el último forma parte de una de las regiones marinas prioritarias. En este capítulo se presenta una propuesta de acciones para su conservación con base en análisis de las causas y efectos de problemáticas identificadas.

# Áreas naturales protegidas y prioridades de conservación

Roberto Sáyago-Lorenzana

Juan Martínez-Cruz

Guillermo Ibarra-Manríquez

## Introducción

El objetivo central de las áreas naturales protegidas (ANP) es mantener, a largo plazo, porciones representativas de la biodiversidad y disminuir las actuales tasas de desaparición, que son las más altas en la historia de la vida en nuestro planeta.

Debido a la carencia de inventarios biológicos detallados, un porcentaje relevante de ANP se han elegido considerando su bajo interés económico, lo que no necesariamente implica que se trate de sitios con una alta biodiversidad, o bien se ha utilizado el criterio de especies "bandera" (especies generalmente carismáticas que son usadas para promover acciones de conservación), bajo la idea de que la conservación de éstas permitirá la de otros elementos de la biota (Pressey 1994, Lambeck 1997, Caro y O´Doherty 1998, Margules y Pressey 2000). Sin embargo, la aplicación de estos criterios ha despertado dudas acerca de su validez para seleccionar áreas representativas que permitan la conservación de la biota, dado que muchas ANP no garantizan la permanencia, a largo plazo, de ciertas especies, sobre todo a causa de su tamaño reducido y las presiones sociales sobre los recursos naturales que albergan (Cabeza y Moilanen 2001, Reyers *et al.* 2002). Adicionalmente, debido a que el financiamiento económico destinado a la conservación es limitado, existe la necesidad de localizar y priorizar sitios clave para establecer ANP, además de considerar aspectos políticos y sociales que aseguren la viabilidad de una propuesta de conservación (Bibby *et al.* 1992, Sarkar y Margules 2002, Bray *et al.* 2003, Hayes 2006).

Sáyago-Lorenzana, R., J. Martínez-Cruz y G. Ibarra-Manríquez. 2016. Áreas naturales protegidas y prioridades de conservación. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 639-646.

## Representatividad de las ANP

A pesar de su pequeño territorio (554 300 ha), en Colima se observa un amplio gradiente altitudinal que va de los 0 a los 3 820 msnm, en donde se manifiestan diversos tipos de climas y de vegetación, tanto de orígenes templados como tropicales (Rzedowski 1986, INEGI 1999*a*, 1999*b*, 1999*c*, Palacio-Prieto *et al.* 2000), que mantienen una gran diversidad biológica. En la parte continental del estado se ubican seis áreas naturales protegidas que engloban diferentes esquemas de conservación (cuadro 1), que en conjunto abarcan 4.1% de su área (22 483 ha). Estas ANP albergan en su mayoría a bosques templados, ya que están ampliamente distribuidos; incluyen entre 50 y 100% de la superficie de cada una de ellas. Es necesario conservar estos bosques ya que a pesar de sólo ocupar 3.2% de la superficie estatal (Palacio-Prieto *et al.* 2000), albergan aproximadamente 5% de las especies de pinos y encinos de México. Es importante recordar que nuestro país es considerado como el centro principal de diversificación de estos grupos (Farjon *et al.* 1997, Valencia 2004).

Por otro lado, es pertinente considerar que estas ANP no cubren toda la diversidad de tipos de vegetación del territorio colimense y que su elección fue establecida sin realizar un ejercicio comparativo global, lo cual redunda en que no protejan de manera representativa la biodiversidad estatal. Una manera de reforzar este argumento ha sido señalada por Padilla-Velarde *et al.* (2006): únicamente 14.9% de las 550 especies de árboles que se reportan para Colima, han sido colectadas en el territorio adscrito a la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. Un porcentaje similar es encontrado en la reserva de El Jabalí, con cerca de 50% de las especies compartidas entre ambas ANP. Adicionalmente, al igual que en Mesoamérica, el panorama de conserva-

**Cuadro 1.** ANP reportadas dentro del estado. BCO = bosque de coníferas, BEN = bosque de encino, BMM = bosque mesófilo de montaña, BTC = bosque tropical caducifolio, BTS = bosque tropical subcaducifolio, MAN = manglar, PAS = pastizal y VHA = vegetación halófila. Fuente: Flores Villela y Gerez 1994.

| ANP | Categoría | Tipos de vegetación | Área (ha) |
|---|---|---|---|
| Las Huertas de Comala | Área de Protección de Recursos Naturales | BTS | 167 |
| El Jabalí | Área de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre | BCO, BEN, BMM, BTC | 5 179 |
| Playa Volantín-Tepalcates y Chupadero-Boca de Apiza | Área de Protección de Flora y Fauna | MAN, VHA | 15 |
| Volcán Nevado de Colima | Parque Nacional | BCO, BEN | 6 525 |
| Manantlán | Reserva de la Biosfera | BEN, BTC | 10 597 |
| Archipiélago de Revillagigedo | Reserva de la Biosfera | BTC, PAS, VHA | 653 007 |

ción para los bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios en Colima es deficiente (Flores-Villela y Gerez 1994, Ceballos y García 1995, Miles *et al.* 2006), a pesar de que estas comunidades vegetales se caracterizan por una amplia diversidad de grupos biológicos, que se agrupan e intercambian a lo largo de sus regiones de distribución, pero que también se encuentran entre las más amenazadas por actividades humanas, como la agricultura y la ganadería (Rzedowski 1991, Flores-Villela y Gerez 1994, Ceballos y García 1995, Gentry 1995b, Trejo y Dirzo 2000, 2002, Miles *et al.* 2006).

Si se desea incrementar la representatividad biológica de las ANP en Colima, existen propuestas para considerar zonas específicas con alta diversidad, por ejemplo, Arriaga *et al.* (2000) ubican a la región de Manantlán-Volcán de Colima, con 286 100 ha, dentro de las regiones terrestres prioritarias (RTP) de México, la cual queda incluida principalmente en el estado de Jalisco.

Por su parte, Benítez *et al.* (1999), coinciden con los autores anteriores en resaltar a la sierra de Manantlán (138 875 ha) como un área de importancia para la conservación de las aves (AICAS), a la que añaden el volcán de Colima (13 666 ha), aunque nuevamente la primera de ellas tiene más superficie en Jalisco que en Colima. Finalmente, Martínez-Cruz e Ibarra-Manríquez (2012) indican las prioridades de conservación de los árboles y lianas en el estado, usando postulados de los métodos sistemáticos de la planeación de la conservación, específicamente cuatro métodos iterativos para ponderar la riqueza total, el valor de rareza de las especies, así como el número y abundancia de las especies endémicas de México.

Considerando el escenario anterior se elabora una propuesta más detallada para priorizar sitios de conservación del bosque tropical caducifolio en el estado, que de acuerdo con Palacio-Prieto *et al.* (2000), es el tipo de vegetación con mayor cobertura estatal (168 701 ha), y el cual fue clasificado en categorías que difirieron en geomorfología y altitud, utilizando un sistema de información geográfica (ILWIS 1992). Existe evidencia de que estas variables, especialmente la altitud, se asocian de manera estrecha con cambios en la composición, la estructura y la diversidad de comunidades vegetales (Durán *et al.* 2006, Reich *et al.* 2010). El presente ejercicio considera, simultáneamente, las plantas y aves en el tipo de vegetación estudiado, debido a que existe un amplio consenso sobre la pertinencia de usarlos como grupos indicadores en los ejercicios de priorización de áreas de conservación.

## Propuestas de sitios prioritarios para la conservación

Para elaborar una propuesta en la cual se prioricen sitios de conservación, se seleccionaron 13 sitios, en donde se censó la flora leñosa y las aves (figura 1). El muestreo del primer grupo fue realizado con el método propuesto por Gentry (1995a), en tanto que y las aves fueron censadas por el método de conteo de puntos, según el método de Hutto *et al.* (1986). Para ponderar la importancia de los sitios muestreados se emplearon los algoritmos iterativos de riqueza, que consideran el número total de especies por sitio y de endemismos de aquellas especies restringidas a México. Estos métodos tienen la ventaja de que toman en cuenta la composición de las especies en todos los sitios y el grado en que difieren entre

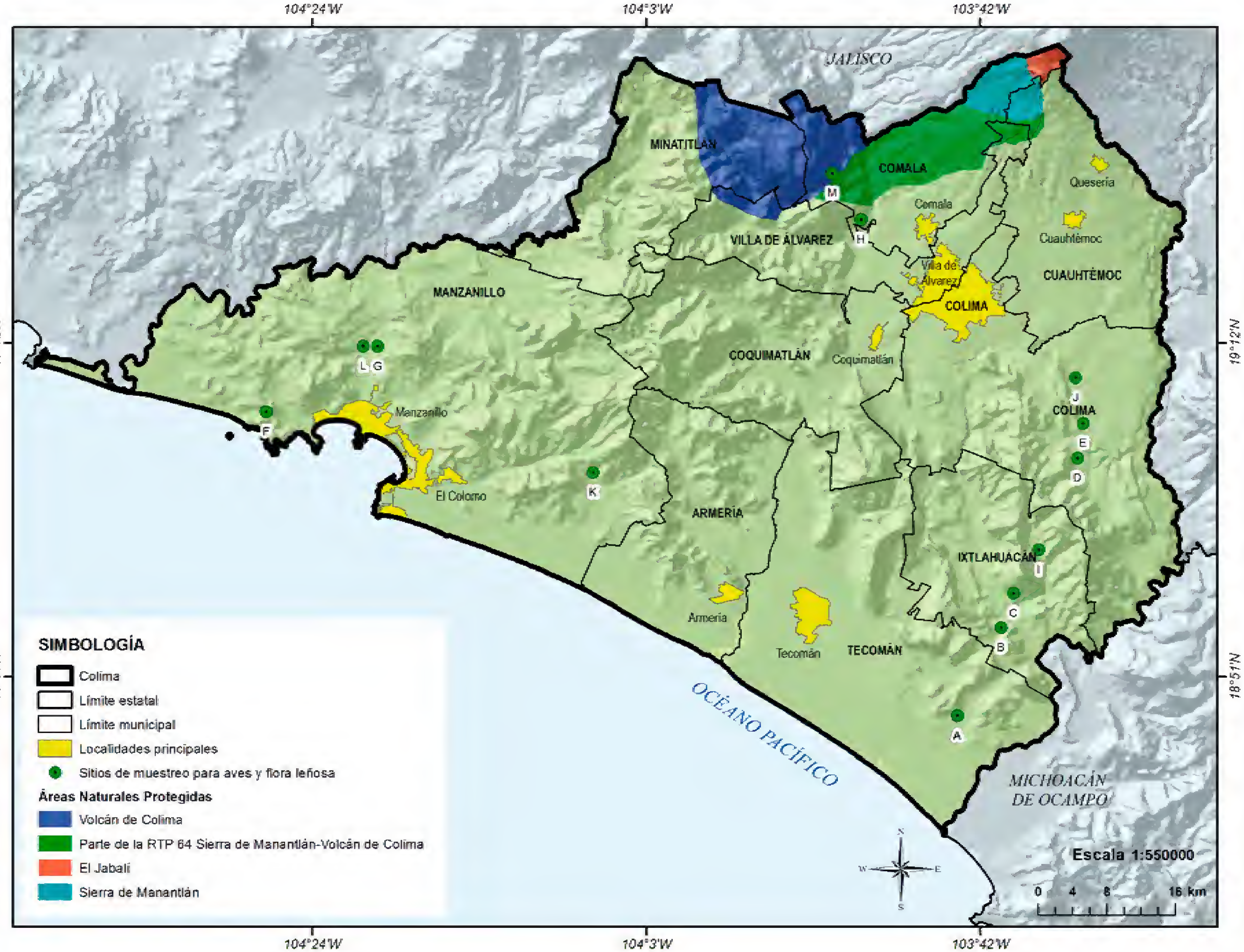



**Figura 1.** Distribución de las áreas naturales protegidas y los sitios de muestreo. Fuente: Flores Villela y Gerez 1994.

Cuadro 2. Priorización de sitios para la conservación, con base en la riqueza y endemismo de las especies de aves y flora leñosa del bosque tropical caducifolio. Los porcentajes indican la riqueza acumulada de especies a medida que se adicionan sitios (indicados con letras). Con negritas se marcan las primeras opciones que son similares con ambos algoritmos. Fuente: elaboración propia.

| Prioridad | Riqueza (n = 429) | | | Endemismo (n = 82) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sitio | Especies | % | Sitio | Especies | % |
| 1 | H | 136 | 31 | **I** | **36** | **43** |
| 2 | **L** | **74** | **48** | **L** | **15** | **62** |
| 3 | **I** | **49** | **60** | **M** | **10** | **74** |
| 4 | **M** | **39** | **69** | D | 6 | 81 |
| 5 | F | 31 | 76 | A | 5 | 87 |
| 6 | K | 24 | 82 | H | 4 | 92 |
| 7 | G | 18 | 86 | F | 2 | 95 |
| 8 | D | 18 | 90 | C | 1 | 96 |
| 9 | C | 14 | 93 | B | 1 | 97 |
| 10 | B | 10 | 96 | E | 1 | 98 |
| 11 | A | 8 | 98 | J | 1 | 100 |
| 12 | J | 6 | 99 | — | — | — |
| 13 | E | 2 | 100 | — | — | — |

sí, para minimizar la redundancia de especies entre ellos. Detalles de estos métodos pueden ser consultados en Margules *et al.* (1988), Kerr (1997), Martínez-Cruz (2004) y Sáyago (2005).

En el presente estudio se registraron 429 especies, de las cuales 70% corresponden a plantas. De la riqueza total, 82 especies son endémicas a México (Martínez-Cruz 2004, Sáyago 2005); 30% fueron aves. De manera independiente al algoritmo utilizado, los sitios I, L y M (figura 1), destacan por su riqueza en los dos grupos censados, abarcando 60.3% de todas las especies registradas y 74% de las endémicas, aunque es interesante notar que la primera prioridad de conservación entre ambos algoritmos no señala el mismo sitio (cuadro 2). Cuando se agrega el sitio H como prioritario, la conjunción de estos cuatro sitios tendría el potencial de proteger 69% (298 taxones) del total de especies y 79% (65 taxones) de las especies endémicas. Únicamente el sitio M se encuentra dentro de un área de protección, específicamente en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (figura 1). Otro aspecto a considerar sobre estos resultados es que si hubiera que seleccionar un único sitio, el candidato principal sería el H, ya que permitiría ampliar la extensión de la reserva de Manantlán, con la ventaja de tener una continuidad espacial con ésta, atributo importante para disminuir los

efectos de borde que cualquier área de protección presenta. La selección del sitio H también permitiría expandir el hábitat que requieren especies con áreas de distribución extensas. Un ejemplo claro son los mamíferos carnívoros como el puma (*Puma concolor*) o el jaguar (*Panthera onca*), o especies de pericos pertenecientes a la familia Psittacidae.

## Conclusiones

Un aspecto importante a considerar en el diseño de ANP regionales, como las que aquí se plantean, es que aún no se cuenta con información para determinar la viabilidad de las poblaciones de las diferentes especies que albergaría y que garanticen su permanencia a largo plazo. Es necesario, por lo tanto, implementar estudios a futuro donde se explore, por ejemplo, la diversidad genética o aspectos demográficos de especies particulares (Margules *et al.* 1994, Margules y Pressey 2000). Adicionalmente, se debe tener en cuenta que la protección de grupos de especies no necesariamente garantiza el mantenimiento de procesos ecosistémicos, tales como la polinización de ciertas especies o la fertilidad del suelo, procesos que pueden verse afectados sin necesariamente llegar a tener extinciones locales de algunos grupos de la biota (Lambeck 1997, Maddock y Du Plessis 1999, Reyers *et al.* 2002, Sarkar y Margules 2002).

En la práctica, para ubicar eficazmente sitios prioritarios de conservación del bosque tropical caducifolio se requiere contar con información confiable sobre la extensión y el grado de fragmentación y de conservación de la cobertura vegetal a nivel estatal, además de considerar diversos aspectos económicos, entre los que pueden citarse los costos de adquisición de terrenos. Un asunto más complejo tendría que resolver posibles conflictos sociopolíticos, ya que se deben concertar los intereses académicos, políticos y de los poseedores de los recursos (Margules y Pressey 2000, Bray *et al.* 2003, Luck *et al.* 2004, Hayes 2006, Velázquez *et al.* 2009). Encontrar un equilibrio entre todos estos elementos incrementaría la viabilidad de establecer a largo plazo una red de ANP eficiente en Colima, como parte de un plan de manejo integral. Se espera que la presente contribución sea un promotor de este relevante objetivo para los habitantes del estado.

## Referencias


Arriaga, L.M. Espinoza, *et al.* 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.

Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de datos de las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS). Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX)/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN)/Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). México. En: <*http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html*>, última consulta: 23 de julio de 2015.

Bibby, C.J., N. Collar, *et al.* 1992. *Putting biodiversity on the map; priority areas for global conservation*. The Burlington Press. Cambridge.

Bray, D.B., L. Merino-Pérez, *et al.* 2003. Mexico´s community-managed forests as global model

for sustainable landscapes. *Conservation Biology* 17:672-677.

Cabeza, M. y A. Moilanen. 2001. Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution* 16:242-248.

Caro, T.M. y G.O´Doherty. 1998. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13:805-814.

Ceballos, G. y A. García. 1995. Conserving neotropical biodiversity: the role of dry forest in western Mexico. *Conservation Biology* 9:1349-1356.

Durán, E., J.A. Meave, E. Lott y G. Segura. 2006. Structure and tree diversity patterns at the landscape level in a Mexican tropical decidous forest. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 79:43-60.

Farjon, A., J.A. Pérez y B.T. Styles. 1997. *Guía de campo de los pinos de México y América Central.* The Royal Botanical Gardens. Oxford.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo.* CONABIO/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México, D.F.

Gentry, A.H. 1995a. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En: *Seasonally dry tropical forests*. S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (eds.). Cambridge University Press. Cambridge, Reino Unido, pp. 146-194.

———. 1995b. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. En: *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests Proceedings*. S. Churchill, H. Balslev, E. Forero y J.L. Luteyn (eds.). The New York Botanical Garden. Nueva York, pp. 103-126.

Hayes, T.M. 2006. Parks, people, and forest protection: an institutional assessment of the effectiveness of protected areas. *World Development* 34:2064-2075.

Hutto, R.L., S.M. Pletschet y P. Hendricks. 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk* 103:593-602.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1999*a*. Carta Topográfica 1:250 000. Hoja E13-4-5. México, D.F.

——— . 1999*b*. Carta Topográfica 1:250 000. Hoja E13-6. México, D.F.

——— . 1999*c*. Carta Topográfica 1:250 000. Hoja E13-6-9. México, D.F.

Kerr, J.T. 1997. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology* 11(5):1094-1100.

Lambeck, R.J. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology* 11:849-856.

Luck, G.W., T.H. Ricketts, *et al*. 2004. Alleviating spatial conflict between people and biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101:182-186.

Maddock, A. y M.A. Du Plessis. 1999. Can species data only be appropriately used to conserve biodiversity? *Biodiversity and Conservation* 8:603-615.

Margules, C.R., I.D. Cresswell y A.O. Nicholls. 1994. A scientific basis for establishing networks of protected areas. En: *Systematic and conservation evaluation.* L. Forey, C.J. Humphries y R. I. Vane-Wright (eds.). Clarendon Press. Oxford, pp. 327-350.

Margules, C.R., A.O. Nicholls, *et al.* 1988. Selecting networks of reserves to maximize biological diversity. *Biological Conservation* 43:63-76.

Margules, C.R. y R.L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405:243-253.

Martínez-Cruz J. 2004. *Áreas prioritarias para la conservación de la riqueza arbórea de Colima, México.* Tesis de Maestría. UNAM. México.

Martínez-Cruz, J. y G. Ibarra-Manríquez. 2012. Áreas prioritarias de conservación para la flora leñosa del estado de Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 99:31-53.

Miles, L., A.C. Newton, *et al.* 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33:491-505.

Padilla-Velarde, E., R. Cuevas, G. Ibarra y S. Moreno. 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77(2):271-295.

Palacio-Prieto, J.L., G. Bocco, *et al.* 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. Investigaciones geográficas. *Boletín del Instituto de Geografía* 43:183-203.

Pressey, R.L. 1994. *Ad Hoc* reservations: forward or backward steps in developing representative reserve systems? *Conservation Biology* 8:662-668.

Reich, R.M., C.D. Bonham, C. Aguirre-Bravo y M. Cházaro-Basáñez. 2010. Patterns of tree species richness in Jalisco, México: relation to topography, climate and forest structure. *Plant Ecol.* 210:67-84.

Reyers, B., D.H. Fairbanks, K.J. Wessels y A.S. Van. 2002. A multicriteria approach to reserve selection: addressing long-term biodiversity maintenance. *Biodiversity and Conservation* 11:769-793.

Robin, M.R., C.D. Bonham, C. Aguirre-Bravo y M. Cházaro-Basáñez. 2010. Patterns of tree species richness in Jalisco, México: relation to topography, climate and forest structure. *Plant Ecology* 210: 67-84.

Rzedowski, J. 1986. *La vegetación de México*. Limusa. México.

——— . 1991. Diversidad y orígenes de la flora de México. *Acta Botánica Mexicana* 14:3-21.

Sarkar, S. y C.R. Margules. 2002. Operationalizing biodiversity for conservation planning. *Journal of Biosciences* 27:298-308.

Sáyago-Lorenzana, R.C. 2005. *Congruencia entre las áreas prioritarias de conservación de la flora leñosa y las aves del bosque tropical caducifolio de Colima, México*. Tesis de maestría. UNAM. México.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:133-142.

Valencia, S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75:33-53.

Velázquez, A., E.M. Cué-Bär, A. Larrazabal, N. Sosa, J.L. Villaseñor, M. McCall y G. Ibarra-Manríquez. 2009. *Building participatory landscape-based conservation alternatives: a case of study of Michoacán,* Mexico. *Applied Geography* 29: 513-526.

ESTUDIO DE CASO

# PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA TORTUGA MARINA

Sergio Aguilar-Olguín | Armando Hernández-Corona
Laura Y. Hernández-Jiménez | María del Carmen Jiménez-Quiroz | René Márquez Millán
Zitlalli Pérez Contreras | María de la Cruz Rivera Rodríguez
Sonia I. Quijano-Scheggia | Heriberto Santana-Hernández | Juan Javier-Valdez-Flores

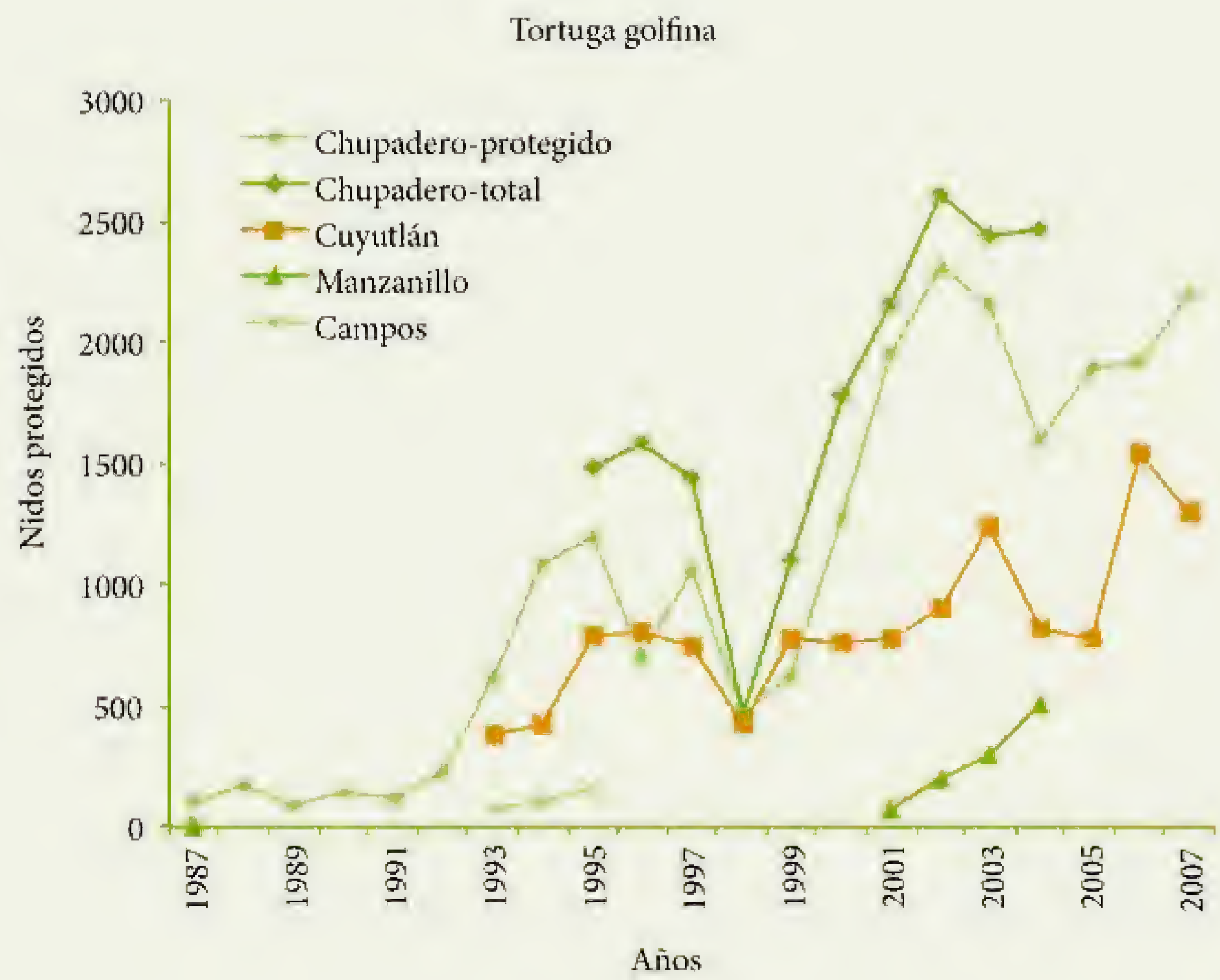
## Descripción

En Colima, como en el resto del país, hasta antes de los años sesenta, las tortugas marinas fueron explotadas en las playas casi sin restricciones, mientras que en el mar eran capturadas en pequeñas cantidades. Durante esa década la captura experimentó un incremento sustancial (Márquez *et al.* 1976, 1996). Así, mientras la producción registrada de carne de tortuga tuvo un promedio anual menor a 50 toneladas, en los dos decenios previos, entre 1960 y 1967, ésta fue cuatro veces mayor, alcanzando un máximo de 482 t en 1968. De manera similar, en 1964 la cantidad reportada de aceite de tortuga fue de 900 kg, después de que entre 1946 y 1958 había sido menor a 100 kg (Montoya 1967, Márquez 1976). La especie más abundante y con mayor demanda para su explotación fue la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) (más del 90%) y en menor cantidad lo fueron la negra (*Chelonia mydas*) y la carey (*Eretmochelys imbricata*) (Márquez 1965, Márquez *et al.* 1976). En Colima la pesquería no tuvo la relevancia que alcanzó en otros estados; sin embargo, también se aplicaron las medidas de regulación decretadas por el gobierno federal (Márquez 1996) incluyendo la veda total a la explotación de tortugas marinas (SEDUE 1990).

En los años sesenta el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras (hoy Instituto Nacional de Pesca), inició la prospección de las playas mexicanas para identificar las áreas de anidación y captura (Solórzano 1963, Montoya 1966). De esta manera se reconoció la importancia de las playas de Boca de Pascuales, Boca de Apiza y El Paraíso, en el municipio de Tecomán, así como las playas de Campos y Playa de Oro en el municipio de Manzanillo (Márquez 1965). En las dos primeras playas se instalaron campamentos que operaron intermitentemente (Márquez *et al.* 1990), hasta que en 1987 se estableció el campamento Chupadero (playa Boca de Apiza-Tecuanillo), dependiente de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), actualmente Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), campamento que desde entonces ha trabajado de forma ininterrumpida.

Durante los años ochenta y noventa, personal del Instituto Nacional de Ecología (INE) protegió las playas de Tepalcates, Campos, Puerta del

Aguilar-Olguín, S., A. Hernández-Corona, L.Y. Hernández-Jiménez, *et al.* 2016. Protección y conservación de la tortuga marina. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 647-651.

a) 

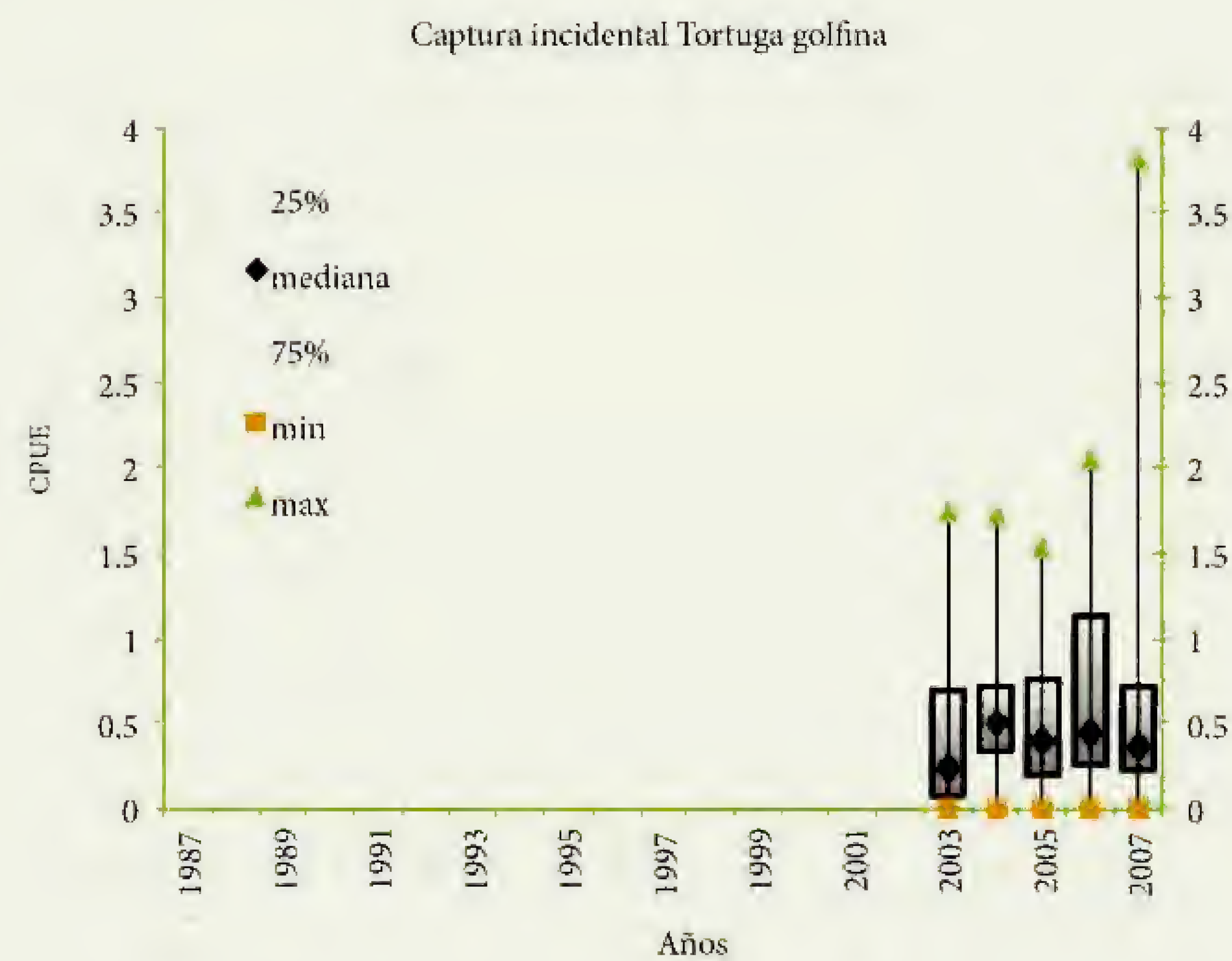
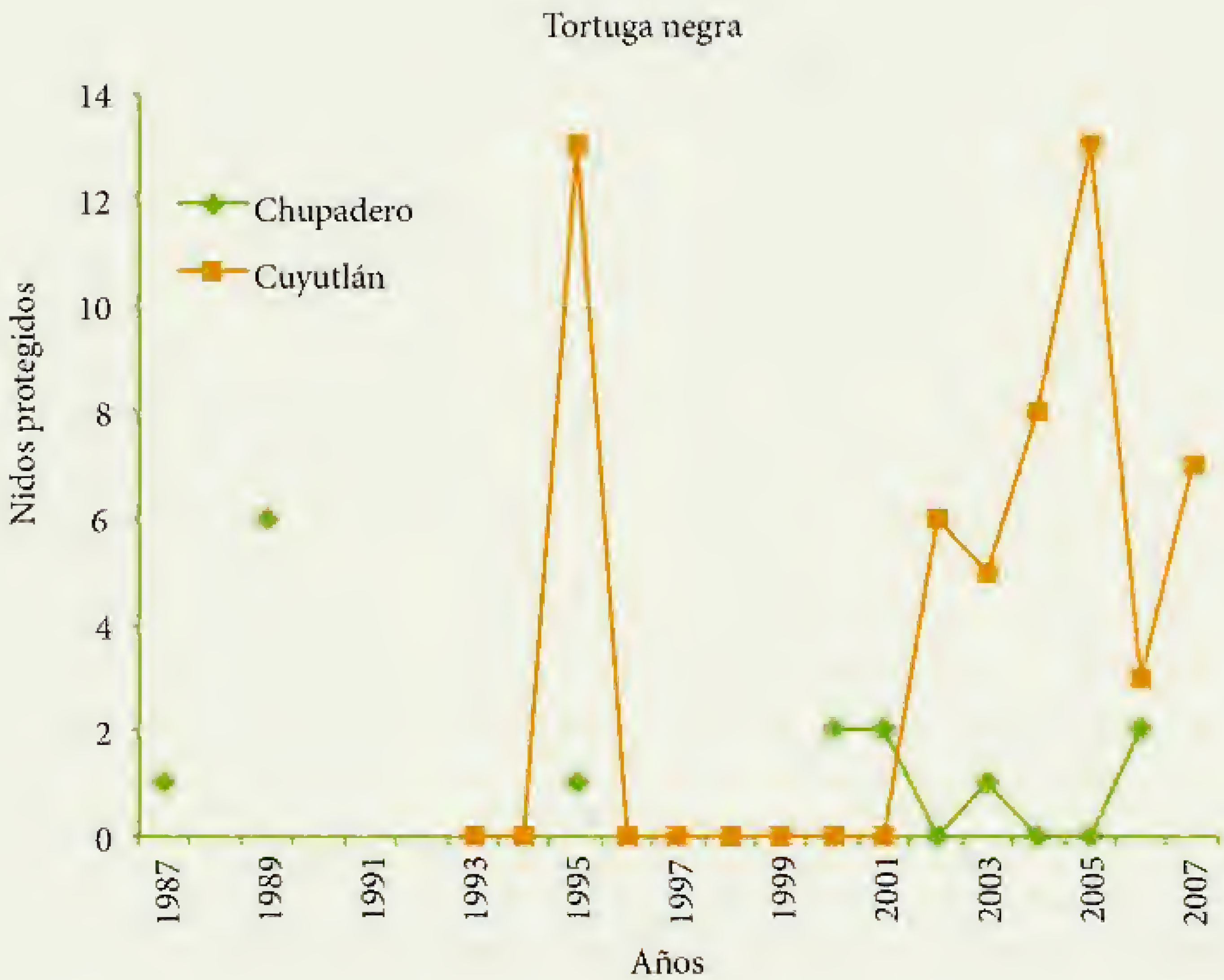
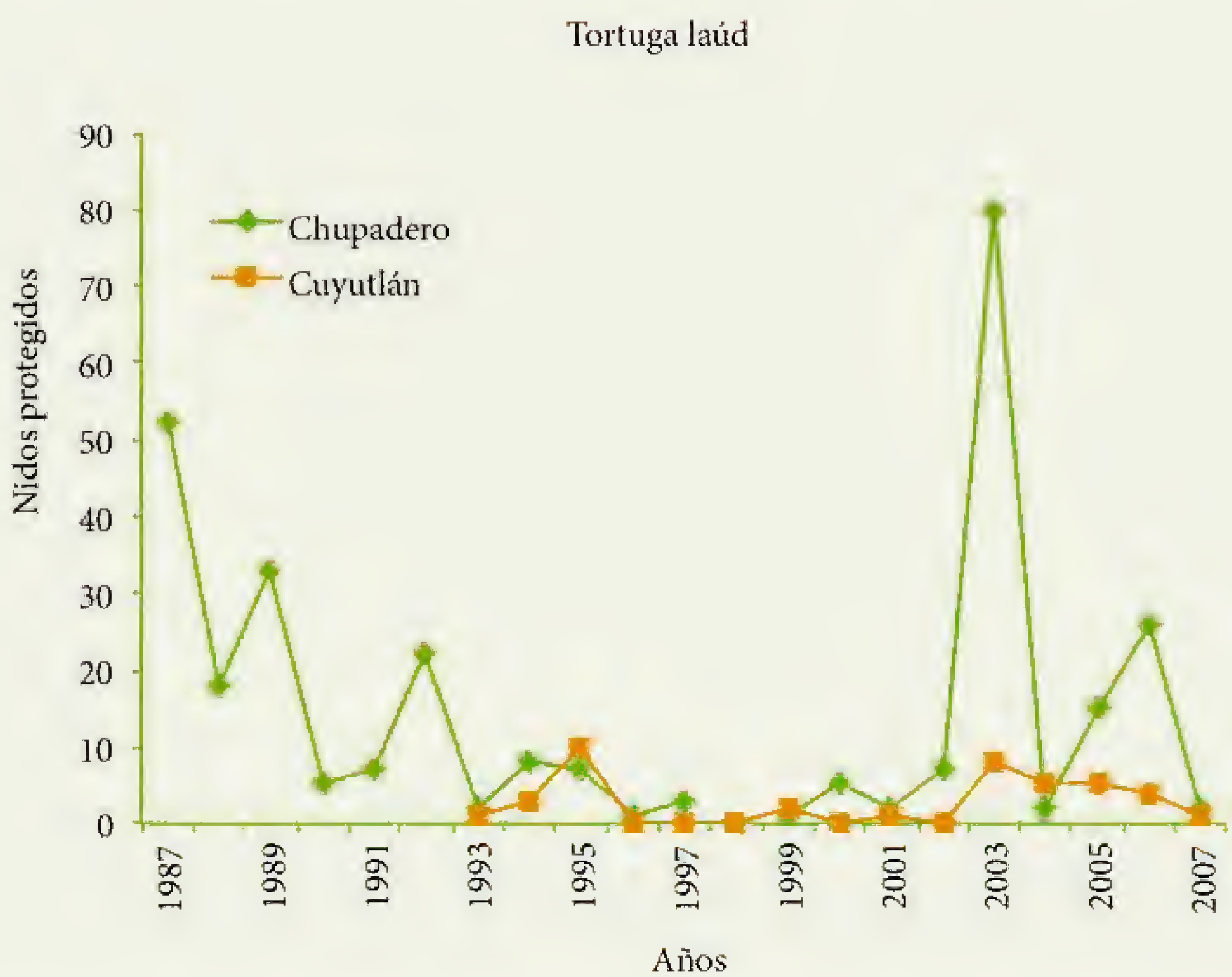

b) 


**Figura 1.** Tendencia de anidación en los campamentos para la protección de tortugas marinas en el estado, donde: a) las variaciones de Cuyutlán y Chupadero son similares ($r = 0.7$; $p < 0.05$), lo que indica que la abundancia de la tortuga golfina se está incrementando; b) CPUE es la cantidad de tortugas capturadas en cada mil anzuelos por la flota palangrera; c) y d) variaciones de la anidación de la tortuga negra y laúd.

c)


Tortuga negra
Nidos protegidos
Chupadero
Cuyutlán
Años
0
2
4
6
8
10
12
14
1987
1989
1991
1993
1995
1997
1999
2001
2003
2005
2007

d)


Tortuga laúd
Nidos protegidos
Chupadero
Cuyutlán
Años
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
1987
1989
1991
1993
1995
1997
1999
2001
2003
2005
2007

Mar y Playa de Oro (municipio de Manzanillo) durante algunas temporadas (INE y SEMARNAT 1999). En 1992 se instaló el Centro Ecológico de Cuyutlán, El Tortugario, en el municipio de Armería, constituido como un organismo público descentralizado que además de resguardar la playa del mismo nombre cuenta con áreas de exhibición y esparcimiento. Entre 2002 y 2006 el campamento de Manzanillo, dependiente de la Universidad de Colima, operó en la playa de Salahua; mientras que desde 2005 la empresa Z-Gas del Pacífico cuida la playa de Tepalcates. En años recientes se integraron cinco comités de vigilancia ambiental participativa (CVAP) conformados por voluntarios coordinados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). En 2007 se instalaron seis campamentos auspiciados por los CVAP (en las playas de Tecuanillo, El Real y Cuyutlán), Z-Gas, el Centro Ecológico de Cuyutlán, El Tortugario, y el gobierno federal (Centro para la Conservación de la Tortuga Marina El Chupadero, CONANP-SEMARNAT).

## Condición actual de las poblaciones

Con respecto a las poblaciones de tortugas marinas en las costas de Colima se puede afirmar que la abundancia de la tortuga golfina se ha incrementado, aunque con amplias variaciones en las playas protegidas por los campamentos de Chupadero, el Centro Ecológico, Manzanillo y Campos (figura 1), en los cuales el porcentaje promedio de eclosión ha superado 60%. Las oscilaciones en la anidación y la eclosión de estas colonias reflejan principalmente el esfuerzo invertido en la protección y la influencia de las condiciones ambientales; así, por ejemplo, Cuyutlán y Manzanillo el número de motocicletas utilizadas y la duración del periodo trabajado se correlacionaron con la anidación (Aguilar *et al.* 2006, Quijano *et al.* 2006). En 1997-1998, los efectos de El Niño fueron evidentes en Cuyutlán y Chupadero (Jiménez *et al.* 1999). Por otra parte, los datos indican que las tortugas negra y laúd anidan solo esporádicamente en la costa del estado (figuras 1c y 1d), aunque destacan los 80 nidos de tortuga laúd que fueron incubados en Chupadero en 2003.

Entre 2003 y 2007 la distribución de las tortugas en el mar ha sido descrita a partir de la captura incidental (figura 1b) de ejemplares de tortuga golfina (91.5%), negra (8%) y laúd (0.5%), llevada a cabo por observadores a bordo de flota de mediana altura* (Santana *et al.* 2008), aunque casi todos los ejemplares se liberaron vivos. En los lances más próximos a la costa, las tortugas golfinas (en su mayoría hembras adultas) fueron las más abundantes durante 2006. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) fue más grande al principio de la primavera, y en particular durante el verano, cuando las tortugas y los pescadores se aproximan a las playas de Jalisco y Colima, las primeras para reproducirse y los segundos para protegerse de las tormentas. Se piensa que la tendencia de la CPUE refleja la de la anidación, aunque los datos aún son insuficientes para evaluar con detalle esta relación (figura 1b). En contraste, las tortugas negras fueron más numerosas durante 2003, lejos de la costa y una elevada proporción eran juveniles y subadultos. Sólo esporádicamente se han observado ejemplares de tortuga carey (2) y laúd (1).

* La flota palangrera de mediana altura con sede en el puerto de Manzanillo en 2007 estaba compuesta por alrededor de 20 embarcaciones, cada una de ellas con tres tripulantes, en promedio. Todo el año opera fuera de las 50 mn a partir de la línea de costa, y su especie objetivo es el tiburón.

## Conclusiones

Las tortugas marinas son un recurso natural cuyo uso ha cambiado en las décadas recientes. Después de que ocurrió la mayor explotación para consumo humano, en la década de los sesentas, ahora es explotada con fines recreativos que promueven la conservación de las diferentes especies. Durante los últimos veinte años los campamentos tortugueros han sido importantes para la protección de nidos en las playas de la costa de la entidad. Se requiere de estudios continuos para conocer el estado permanente de este grupo de organismos y mantener la tendencia positiva, para conservar así este capital natural de Colima.

## Referencias


Aguilar O., S., E. Carretero M., A. Hernández C., *et al.* 2006. Actividades de protección, investigación y manejo de tortugas marinas en Colima y Jalisco. En: *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán.* M.C. Jiménez Q. y E. Espino B. (eds.). INP-SAGARPA. Manzanillo, México, pp. 410-419

INE y SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 1999. *Resultados del Programa Nacional de Protección y Conservación de Tortugas Marinas (1992-1997).* México.

Jiménez Q., M.C., D. Ríos O., C. Delgado T., *et al.* 1999. Relación entre El Niño-La Niña y la anidación de las tortuga golfina y negra. En: *Resúmenes 16º Encuentro Interuniversitario para la Conservación de las Tortugas Marinas*. Acapulco, Guerrero.

Márquez M., R. 1965. Algunas observaciones sobre las tortugas marinas de importancia comercial en México. SIC. DGP. INIBP. En: *II Congreso Nacional de Oceanografía*. Ensenada, Baja California.

———. 1976. *Estado actual de la pesquería de tortugas marinas en México, 1974.* Instituto Nacional de la Pesca (INP)/SI:i46:1-27.

———. 1996. *Las tortugas marinas y nuestro tiempo.* Fondo de Cultura Económica (FCE), México.

Márquez M., R., J. Vasconcelos P. y C. Peñaflores S. 1990. *XXV Años de investigación, conservación y protección de la Tortuga Marina.* INP/Secretaría de Pesca, México.

Márquez M., R., A. Villanueva O. y C. Peñaflores S. 1976. *Sinopsis de datos biológicos sobre la tortuga golfina, Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829).* INP Sinopsis sobre la Pesca No. 2 SAST-Tortuga Golfina/INP/S2, 5,31 (07), 016,01.

Montoya C., A.E. 1966. *Programa nacional de marcado de tortugas marinas.* Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras/Dirección General de Pesca e Industrias Conexas/Secretaría de Industria y Comercio, México.

———. 1967. *Recopilación de los datos del valor y la captura anual de tortugas marinas en el periodo 1940-1965.* Instituto Nacional de Investigaciones Biológico-Pesqueras/Dirección General de Pesca e Industrias Conexas/Secretaría de Industria y Comercio. 1(8):38.

Quijano S., I.S., A. Olivos O., J. Gaviño, *et al.* 2006. Protección de tortugas marinas en Manzanillo, Colima durante las temporadas 2002-2006. En: *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán.* M.C. Jiménez Q. y E. Espino B. INP/SAGARPA. Manzanillo, México, pp. 390-397.

Santana H., H., M.C. Jiménez Q., J.J. Valdés F. y E. Márquez G. 2008. Bycatch of marine turtles in the longline fleet of Manzanillo, Mexico. En: *28th International Sea Turtle Symposium*. Loreto, México. En: <*http://www.seaturtle.org/ists/archive.php*>

SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología). 1990. Acuerdo por el que se establece veda total para todas las especies y subespecies de tortugas marinas en aguas de jurisdicción nacional de los litorales del Océano Pacífico, Golfo de México y Mar Caribe. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de mayo de 1990.

Solórzano P., A. 1963. Prospección acerca de las tortugas marinas de México. En: *I Congreso Nacional de Oceanografía. Serie Trab. Div.* VI(54):13.

# Elaboración del ordenamiento ecológico del territorio: conservación y aprovechamiento de los recursos naturales

Fernando Nieves-Ventura

## Introducción

La pérdida de hábitats, la fragmentación de los ecosistemas, la presión del dinamismo económico, la constante demanda de suelo urbano, la necesidad de servicios públicos y la infraestructura de vías de comunicación se han convertido en una amenaza real para los recursos naturales y la biodiversidad de Colima (Herrerías y Benítez-Malvido 2005). Derivado de lo anterior, dentro del marco legislativo del Estado se han establecido instrumentos de política ambiental que promueven la preservación, restauración y protección del ambiente.

El Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) es uno de estos instrumentos, el cual se concibe como el proceso de planeación dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales (Congreso del Estado 2002).

Este documento presenta un bosquejo general acerca del origen de esta herramienta, sus principios, estructuración y proceso de confección, la asignación de las políticas ecológicas, la función de los lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica, así como su instrumentación. Es decir, este trabajo documenta la aplicación y ejecución del ordenamiento ecológico de Colima, en beneficio de la preservación, conservación y restauración de su biodiversidad.



Nieves-Ventura, .F. 2016. Elaboración del ordenamiento ecológico del territorio: conservación y aprovechamiento de los recursos naturales. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 652-661.

## Antecedentes

En la declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas de Estocolmo, Suecia, en junio de 1972, se establece que "para lograr una ordenación de los recursos naturales más racional y un mejoramiento de las condiciones ambientales, los Estados deberían adoptar un enfoque integrado y coordinado de la planificación de su desarrollo, de modo que quede asegurada la compatibilidad del desarrollo con la necesidad de proteger y mejorar el medio ambiente humano, en beneficio de su población" (PNUMA 2005). A partir de entonces, el ordenamiento del territorio ha sido adoptado por diversos países como un instrumento para la planificación y regulación de las actividades productivas, así como para conservar sus recursos naturales, al mismo tiempo de mejorar la calidad de vida de la poblaciones humanas (SEMARNAT 2006).

En el manual de OET de la SEMARNAT (2006), se identifican los orígenes en la elaboración de los planes de ordenamiento ecológico territorial en México: la Ley General de Asentamientos Humanos, publicada en 1976, puede considerarse como una de las primeras experiencias que sirvió de base para la elaboración de planes de ordenamiento territorial, bajo una perspectiva ambiental orientada a la planeación de los usos del suelo del territorio. De esta manera, las políticas ambientales de planeación desarrolladas dieron pauta a la elaboración de los llamados ecoplanes y los planes de desarrollo ecológico de asentamientos humanos, instrumentos que comprendían, entre otras cosas, la descripción del medio físico y biótico, su diagnóstico, la ubicación espacial de los problemas ambientales y las recomendaciones para su atención.

En la Ley Federal de Protección al Ambiente, publicada en 1982, se utilizó por primera vez el concepto de ordenamiento ecológico, como instrumento básico de la planeación ambiental, fortalecido posteriormente con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (SEDUE 1988). A partir de entonces se establece un marco básico de gestión integral del territorio y sus recursos, fungiendo como un instrumento de política estratégica para la convergencia entre Estado y sociedad. Bajo ese esquema se da lugar a la elaboración y publicación de los primeros ordenamientos ecológicos del país (SEMARNAT 2006), apareciendo dentro de éstos el Programa de Ordenamiento Ecológico (POE) Territorial del Estado de Colima (Dirección Estatal de Ecología 1993). En 2012 se modificó el POE de Colima (SEMARNAT 2012), dando lugar a la versión actual; de esa manera se incorporan en su metodología conceptos de la teoría de sistemas para realizar los análisis relativos a las tendencias de deterioro, la aptitud territorial, las potencialidades de aprovechamiento de los recursos naturales y el uso de sistemas de información geográfica (SIG) (SEMARNAT 2006).

## Bases y principios

En primera instancia el ordenamiento ecológico tiene fundamento en los siguientes ordenamientos legales: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Congreso de la Unión 1917), Ley de Planeación (SPP 1983), Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (SEDUE 1988), Ley de Asentamientos Humanos (SEDESOL 1993), así como legislaciones locales como la Ley Orgánica de la Administración Pública (Congreso del Estado 1985), Ley

Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (Congreso del Estado 2002) y el Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Urbano (Congreso del Estado 2009).

En el artículo 27 de la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (Congreso del Estado 2002) se enlistan los principios de política ambiental que deberán observar las instituciones, públicas y privadas, para alcanzar el desarrollo sustentable en la entidad:

1. El ambiente y la función que desempeñan los elementos que integran a un ecosistema determinado son patrimonio común de la sociedad.
2. Los recursos naturales, los ecosistemas y sus elementos, deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad ecológica.
3. Las autoridades y la sociedad deben asumir corresponsablemente la protección del ambiente y la conservación, restauración y manejo de los ecosistemas y el mejoramiento de la calidad del aire, del agua y del suelo en el estado, con el fin de proteger la salud humana y elevar la calidad de vida de la población.
4. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente o la función de los elementos que lo integran, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, en los términos de la presente ley. Asimismo, debe estimularse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.
5. La responsabilidad respecto al equilibrio ecológico, comprende tanto las condiciones presentes como las que determinarán la calidad de vida de las futuras generaciones.
6. La prevención de las causas que los generan es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos.
7. El aprovechamiento de los recursos naturales debe realizarse de manera que se asegure el mantenimiento de su diversidad y restauración. Los recursos deben utilizarse de modo que se evite el peligro de su agotamiento y la generación de efectos ecológicos adversos.
8. La coordinación entre los distintos órdenes de gobierno y entre las dependencias estatales, y la concertación con la sociedad, son indispensables para la eficacia de las acciones ecológicas.
9. En el ejercicio de las atribuciones que las leyes confieren a las autoridades ambientales para regular, promover, restringir, prohibir, orientar y, en general, inducir las acciones de los particulares en los campos económico y social, se considerarán los criterios de preservación, protección y restauración del equilibrio ecológico.
10. La reducción y erradicación de la pobreza son necesarias para lograr el desarrollo sustentable.
11. Las mujeres cumplen una importante función en la protección, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y en el desarrollo. Su completa participación es esencial para lograr el desarrollo sustentable.
12. El control y la prevención de la contaminación ambiental, el adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y el mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos, son elementos

fundamentales para elevar la calidad de vida de la población.

13. Es interés del Estado que las actividades que se lleven a cabo dentro del territorio estatal y en aquellas zonas donde ejerce su soberanía y jurisdicción, no afecten el equilibrio ecológico de otros estados o de zonas de jurisdicción federal.
14. Las comunidades rurales y los pueblos indígenas tienen derechos preferenciales para el uso y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de sus tierras y territorios, así como para el uso del conocimiento tradicional, su propiedad intelectual y comercial sobre la biodiversidad.

La ejecución y seguimiento de los principios de política ambiental se llevarán a cabo a través de los instrumentos de política ambiental que se muestran a continuación, de acuerdo con el artículo 28 de dicha ley:

- La planeación
- El ordenamiento ecológico y territorial
- La evaluación del impacto ambiental
- Las normas técnicas ambientales estatales
- La licencia ambiental única
- La autorregulación y auditoría ambientales
- El Fideicomiso Ambiental
- Los incentivos y estímulos fiscales
- La educación e investigación ambientales
- La participación social
- La información ambiental.

En lo que corresponde al capítulo III, en su artículo 33 señala: "El ordenamiento ecológico y territorial es el instrumento de política ambiental y de desarrollo urbano de carácter obligatorio que tiene por objeto definir y regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades productivas para hacer compatible la conservación de la biodiversidad con el desarrollo urbano y rural, así como las actividades económicas que se realicen, sirviendo de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo, así como para la autorización de obras y actividades que se pretendan ejecutar" (Congreso del Estado 2002).

## Estructura y proceso

### Reconocimiento

La estructuración del POET inicia con el reconocimiento del territorio que se va a someter a la aplicación e instrumentación de dicha política. Una vez consensuado lo anterior se determina la modalidad de ejecución, la cual puede incluirse dentro de ordenamientos que corresponden a los diferentes niveles de gobierno: el ordenamiento general del territorio, cuya competencia es del orden federal (SEMARNAT); ordenamientos regionales que comprenden la totalidad o una parte del territorio de una entidad federativa (nivel estatal de gobierno); ordenamientos locales dentro de territorio municipal, cuya expedición, ejecución y evaluación compete al municipio y, por último, los ordenamientos marinos que comprenden áreas o superficies específicas ubicadas en zonas marinas del territorio nacional (SEDUE 1988).

### Caracterización

Después de la delimitación territorial y determinación del tipo de ordenamiento a realizar, se lleva a cabo una caracterización del territorio por subsistemas (natural, social y económico), con objeto de reconocer el estado actual de los

recursos naturales, la estructura y calidad de vida de la sociedad civil, así como de la satisfacción de las necesidades más apremiantes de ésta. Las evaluaciones sobre el desarrollo y dinamismo de la economía servirán como insumo para la realización de diagnósticos por subsistema, para finalmente dar paso al diagnóstico integrado, que será uno de los principales insumos para la proyección de los escenarios de la etapa III denominada pronóstico.

Un aspecto importante que se analiza en la etapa de diagnóstico es la aptitud del uso de suelo, con base en sus atributos y condiciones naturales, así como de las actividades sectoriales relacionadas. Por ejemplo, cuando dos o más sectores concurren en una misma área y dichas actividades son incompatibles entre sí, se identifica como área de conflicto ambiental (SEMARNAT 2006), entonces se generan los mapas de aptitud de uso de suelo, por sector, y de conflictos ambientales. Este último mapa, obtenido de la combinación de los mapas de aptitud de cada sector, refleja el gradiente de intensidad de los conflictos ambientales en el área (sin conflicto, conflicto muy bajo, conflicto bajo, conflicto moderado, conflicto alto y conflicto muy alto).

Una vez obtenidos los mapas de aptitud y de conflictos ambientales, se llevan a cabo talleres para la validación de los mapas obtenidos, propiciando la participación de la sociedad civil y de los representantes de los diferentes sectores con la finalidad de corroborar, complementar y validar la información contenida en dichos mapas. Es importante conocer si lo que los mapas muestran realmente refleja lo que sucede en la región.

### Pronóstico

Contando con los insumos obtenidos de los procesos de caracterización y diagnóstico (mapas de aptitud de uso de suelo y conflictos ambientales), se procede a realizar la fase de pronóstico, la cual consiste en la construcción de escenarios a partir de la predicción a corto, mediano y largo plazo, de las variables ambientales, económicas y sociales. Estos escenarios forman parte del escenario tendencial que consiste en la evaluación del deterioro de los atributos ambientales, de las variables económico-sociales y de la evolución de los conflictos ambientales. Un segundo tipo de escenario corresponde al contextual, donde se incluyen en el análisis las variables externas, como aquellos proyectos estratégicos o gubernamentales. El tercer escenario es el estratégico, el cual tomando como referencia y punto de partida el escenario tendencial trata de reducir el deterioro sectorial y los conflictos ambientales a partir de la aplicación de medidas estratégicas (programas, acciones, etcétera).

### Propuesta del modelo

Como última fase se plantea la propuesta de modelo de ordenamiento ecológico, el cual debe resumir los siguientes aspectos: "(1) La definición del estado actual de los ecosistemas del área a ordenar; (2) la incorporación de los intereses de los actores, en la determinación de la aptitud del territorio para el desarrollo sustentable de las actividades sectoriales; (3) la estimación de tendencias del deterioro; y (4) la generación de la estrategia de gestión para maximizar el consenso y minimizar los conflictos ambientales" (SEMARNAT 2006).

El propósito del ordenamiento ecológico es lograr la protección del medio ambiente, así

como la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. La propuesta final se integra de cinco componentes básicos para su manejo y ejecución; las unidades de gestión ambiental (UGA), las políticas ambientales (aprovechamiento, preservación, conservación y protección), los lineamientos ecológicos, estrategias ecológicas y criterios de regulación ecológica.

## Asignación de políticas ecológicas

En el mapa de políticas ecológicas propuesto para el modelo de ordenamiento ecológico de Colima (cuadro 1, figura 1), las políticas de aprovechamiento y conservación incluyen las combinaciones, aprovechamiento sustentable, preservación, conservación y restauración.

**Cuadro 1.** Asignación de las políticas ecológicas a las UGA en el programa de ordenamiento ecológico. Fuente: elaboración propia.

| Políticas | Descripción de asignación |
|---|---|
| Aprovechamiento (sustentable) | Se asigna a aquellas áreas que por sus características son apropiadas para el uso y el manejo de los recursos naturales, en forma tal que resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente al ambiente.<br>Incluye las áreas con uso de suelo actual o potencial, siempre que éstas no sean contrarias o incompatibles con la aptitud del territorio. Se tiene que especificar el tipo de intensidad del aprovechamiento, ya que de ello dependen las necesidades de infraestructura, servicios y áreas de crecimiento. |
| Preservación | La preservación se usa como sinónimo de protección en el OET, y corresponde a aquellas áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas o a los sistemas equivalentes en el ámbito estatal o municipal. En estas áreas se busca el mantenimiento de los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos. La política de preservación de áreas naturales implica un uso con fines recreativos, científicos o ecológicos. Quedan prohibidas las actividades productivas o asentamientos humanos no controlados. |
| Conservación | Está dirigida hacia aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante y su inclusión en los sistemas de áreas naturales, en el ámbito estatal o municipal. Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos. |
| Restauración | Se aplica en áreas con procesos de deterioro ambiental acelerado, en las cuales es necesaria la realización de un conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. La restauración puede ser dirigida a la recuperación de tierras que dejan de ser productivas por su deterioro, o al restablecimiento de la funcionalidad para un aprovechamiento sustentable futuro. |

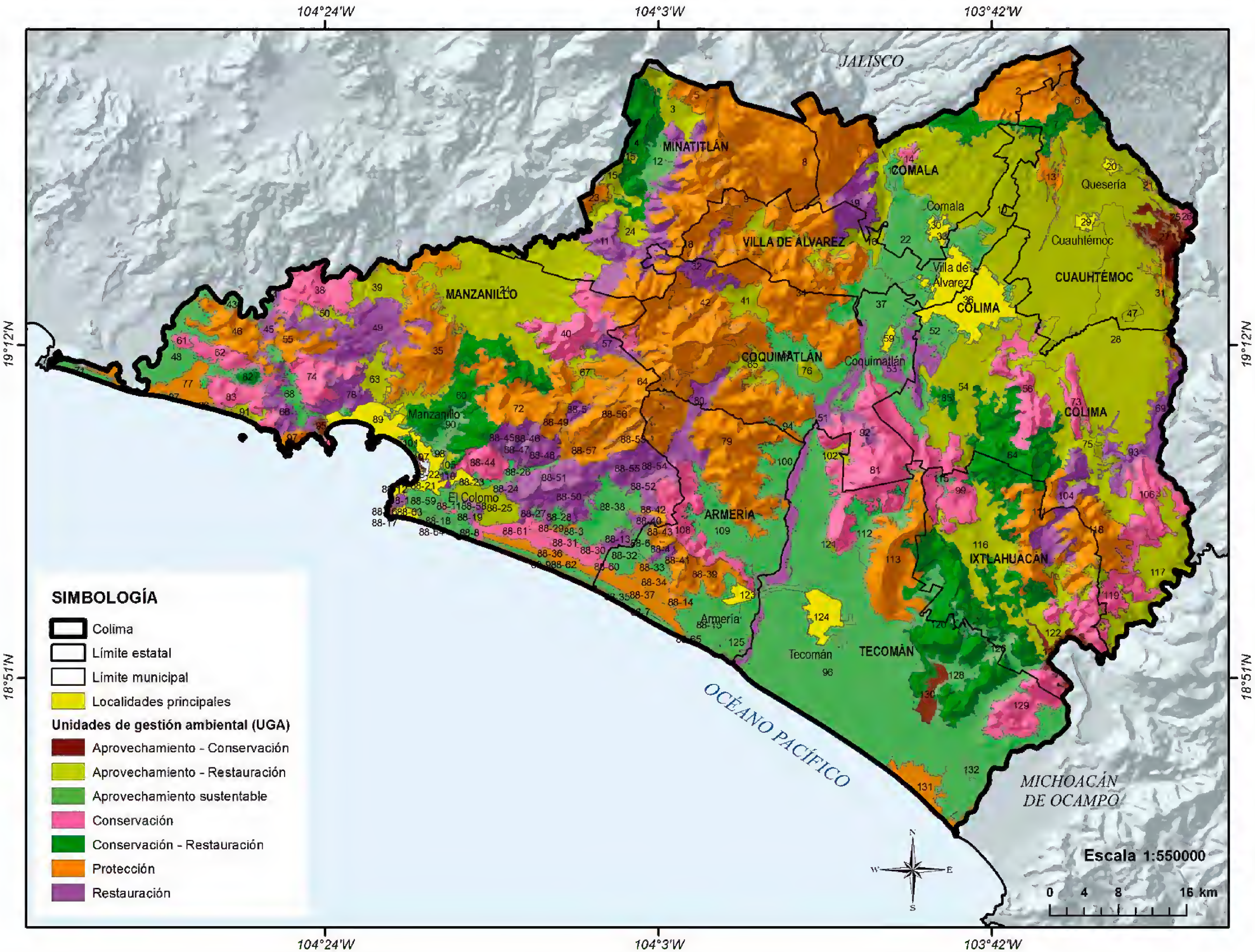



**FIGURA 1.** Mapa de unidades de gestión ambiental contenidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico. Fuente: SEMARNAT 2012.

El objetivo de lo anterior fue inducir a los diferentes tipos de aprovechamientos hacia la segunda política o política combinada, a la cual se asignan lineamientos y estrategias ecológicas, así como criterios de regulación ecológica, además de señalarse los usos predominantes, compatibles, condicionados e incompatibles.

Respecto a las propuestas de políticas únicas de conservación, protección y restauración, éstas se definieron de acuerdo a sus condiciones ambientales, así como a los mapas de aptitud y de conflictos de uso de suelo.

## Lineamientos, estrategias y criterios de regulación

Los lineamientos ecológicos se refieren a las metas para cada unidad de gestión ambiental (UGA) y tienen como función la inducción de los usos del suelo que aseguren el cumplimiento de la política ambiental designada. Para la instrumentación del ordenamiento ecológico es necesario diseñar estrategias que permitan el cumplimiento de los lineamientos de cada UGA y que atiendan sus conflictos ambientales identificados. Una estrategia para lograr lo anterior consiste en la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización (SEMARNAT 2006).

Los criterios de regulación ecológica consisten en una serie de normas, reglas o recomendaciones para poder realizar las diferentes actividades o usos compatibles y establecen las condiciones y limitaciones que ciertos usos del suelo necesitan tener para no generar conflictos ambientales. Para facilitar su manejo estos criterios se agrupan por tipo de actividad, lo cual se refleja en la reconocimiento de sus usos potenciales (Congreso del Estado 2002).

## Instrumentación del programa

La instrumentación del POET (Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial) se refiere básicamente a poner en práctica la ejecución del programa decretado, relacionándolo con las tomas de decisiones. De acuerdo con la SEMARNAT (2006), las principales acciones a desarrollar en esta fase consisten en: 1) la instrumentación de las estrategias ecológicas, a través del desarrollo de acciones, proyectos o programas concretos; 2) la coordinación de acciones sectoriales entre las diferentes instancias e instrumentos de planeación territorial, mediante la promoción de acuerdos y convenios entre los diferentes niveles de gobierno para atender asuntos relacionados con las evaluaciones de impacto ambiental, las áreas naturales protegidas, la regulación de la vida silvestre, el ordenamiento pesquero y acuacultura ordenada, la protección de zonas costeras, el desarrollo urbano, la inspección y vigilancia y; 3) promover la difusión y acceso a la información mediante diversos mecanismos, a través de los medios de comunicación, poniendo a disposición de la sociedad civil la información sistematizada, utilizando medios electrónicos como es el caso del internet.

## Conclusiones

El papel que juega el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), con respecto a la conservación de los recursos naturales en el

estado, radica en que la finalidad de este tipo de instrumentos de política ambiental es el aprovechamiento racional de los recursos naturales, con base en el equilibrio armónico entre el desarrollo económico, el bienestar social (salud y calidad de vida), y del medio ambiente. Para su construcción es necesario compilar y generar información técnico-científica del territorio a ordenar, y debe estar organizada y sistematizada dentro de un sistema de información geográfica. Dicha información se clasifica en tres subsistemas: natural, social y económico, y de ello se derivan los análisis de diagnóstico (generación de mapas de aptitud de uso de suelo por sector y mapas de conflictos ambientales), para obtener los escenarios tendencial, estratégico y contextual, así como la propuesta del Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio.

En función de sus políticas, lineamientos y estrategias ambientales, se plantea el estado deseable del territorio y la regulación específica sobre cómo se deben desarrollar algunas actividades productivas dentro de las UGA, aplicando los criterios de regulación ecológica.

El papel del POET en los centros de población urbana debe ser homólogo al Programa de Desarrollo Urbano, o viceversa en algunos aspectos, sobre todo en aquellas áreas que aún cuenten con vegetación natural representativa en zonas cerriles, cañadas, lomeríos, dunas costeras, humedales, manglares, etcétera.

El principal medio de difusión del POET es la bitácora ambiental, que es construida y diseñada con base en los lineamientos que señala el reglamento de la LGEEPA, en materia de ordenamiento ecológico, y que tiene por objeto: describir de manera transparente los avances del proceso de ordenamiento ecológico, proporcionar e integrar información actualizada y servir como instrumento para la evaluación y cumplimiento de acuerdos, cumplimiento y efectividad de los lineamientos y estrategias ecológicas, fomento de acceso a la información y promoción de la participación social corresponsable en el proceso de ordenamiento ecológico (DOF 2003*b*).

Finalmente, las actividades productivas y los proyectos de desarrollo económico, público y privado, dentro del territorio estatal, tienen la obligatoriedad de observar lo que señala el POET, por unidad de gestión ambiental, su política, lineamientos y estrategias ecológicas señalados con anterioridad, así como los criterios de restricción, todo lo que en conjunto forma la base para la conservación, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de Colima.

## Referencias


Congreso del Estado. 1982. Ley Federal de Protección al Ambiente. Publicada el 11 de enero de 1982 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <*http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4709428&fecha=11/01/1982*>, última consulta: 24 de julio de 2015.

———. 1985. Ley Orgánica de la Administración Pública. Publicada el 16 de noviembre de 1985 en el periódico oficial El Estado de Colima. Última reforma publicada el 27 de abril de 2013. Texto vigente. En: <*http://info4.juridicas.unam.mx/adprojus/leg/7/243/*>, última consulta: 24 de julio de 2015.

———. 1993. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Colima. Publicado

el 28 de agosto de 1993 en el periódico oficial El Estado de Colima. Texto vigente. Última reforma el 21 de septiembre de 2013. En: <*http://www.colima-estado.gob.mx/transparencia/archivos/Programa-Ordenamiento-Ecologico-Territorio-Colima.pdf*>, última consulta: 24 de julio de 2015.

———. 2002. Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima. Publicada el 15 de junio de 2002 en el periódico oficial El Estado de Colima. Última reforma publicada el 31 de marzo de 2006. Texto vigente. En: <*http://www.imades.col.gob.mx/secciones/legislacion_archivos/ley_ambiental_estatal.pdf*>, última consulta: 24 de julio de 2015.

———. 2009. Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Urbano. Publicado el 7 de marzo de 2009 en el periódico oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://www.colima-estado.gob.mx/transparencia/archivos/Reglamento-Interior-Secretaria-Desarrollo-Urbano.pdf*>, última consulta: 24 de julio de 2015.

Congreso de la Unión. 1917. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Publicada el 5 de febrero de 1917 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 10 de julio de 2015. En: <*http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm*>, última consulta: 24 de julio de 2015.

Herrerías-Diego, Y. y J. Benítez-Malvido. 2005. Consecuencias de la fragmentación de ecosistemas. Diplomado en Restauración Ecológica. En: *Temas sobre restauración ecológica*. O. Sánchez, E. Peters, R. Márquez-Huitzil, *et al.* (eds.). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)/United States Fish and Wildlife Service, Unidos para la Conservación A.C., pp. 113-126.

PNUMA. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2005. *Informe Anual del PNUMA-2005*. United Nations Environment Programme (UNEP)/Earthprint.

SEDESOL. Secretaría de Desarrollo Social. 1993. Ley de Asentamientos Humanos. Publicada el 21 de julio de 1993 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 24 de enero de-01-2014. Texto vigente. En: <*http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/133.pdf*>, última consulta: 24 de julio de 2015.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. México. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 5 de noviembre del 2013. Texto vigente. En: <*http://www.metro.df.gob.mx/transparencia/imagenes/fr1/normaplicable/2014/1/lgeepa14012014.pdf*>, última consulta: 20 de julio de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2006. Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico. Serie Planeación Territorial. INE–SEMARNAT, México.

———. 2012. Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima. Tomo 97. Núm. 2. 39 pp. Colima, Colima. Publicado el 11 de agosto de 2012. Texto vigente. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/actualizacion_2012/dec_poet_colima.pdf*>, última consulta: 24 de julio de 2015..

SPP. Sistema de Planeación y Presupuestos. 1983. Ley de Planeación. Publicada el 5 de enero de 1983 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 6 de mayo de 2015. Texto vigente. En: <*http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/59_060515.pdf*>, última consulta: 24 de julio de 2015.

# Escenarios de cambios de usos del suelo

Valentino Sorani

## Introducción

Los estudios sobre el cambio de uso del suelo y la cobertura vegetal se han constituido en una herramienta importante que puede ser utilizada para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Lambin *et al.* 2001). Estos estudios permiten entender y analizar, no solamente la relación que existe entre los procesos socioeconómicos y el desarrollo de diversas actividades que implican el uso de los recursos naturales, sino también la manera en que los cambios afectan la estructura y función de los ecosistemas (Turner y Meyer 1991).

Los modelos de cambio de uso de suelo y vegetación han sido desarrollados para determinar dónde, cómo y por qué ocurren estos cambios (Brown *et al.* 2000). Dichos modelos toman en cuenta patrones de cambios históricos, comparándolos con los esquemas de cambio actual y haciendo extrapolaciones para predecir los cambios futuros (Lambin 1997).

El presente análisis sobre los cambios de uso de suelo en el estado forma una parte importante del estudio del ordenamiento ecológico territorial, ya que permite visualizar los impactos pasados y presentes de las distintas actividades humanas en los usos del suelo, así como realizar una prospección tendencial que permita orientar la búsqueda de estrategias para regular dichos impactos. Esto es particularmente importante para el estudio y conservación de la biodiversidad, sobre todo si


Sorani, V. 2016. Escenarios de cambios de usos del suelo. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 662-667.

consideramos la necesidad de proteger y conservar los hábitats y los ecosistemas naturales que la contienen.

El objetivo de este estudio es contribuir al diagnóstico sobre la biodiversidad de Colima y sus ritmos de transformación, a partir de un análisis sobre los cambios de uso del suelo y cubierta vegetal de los años 1993 y 2004, realizando una prospección al año 2030 para determinar las tasas de cambio de algunos usos de suelo.

## Usos del suelo y tipos de vegetación (1993)

Para componer este escenario tendencial se generó un mapa de usos de suelo y tipos de vegetación, correspondiente a 1993. Se utilizaron ortofotos digitales (fotografías aéreas rectificadas mediante el uso de datos topográficos), tomadas por INEGI en ese año, para llevar a cabo la interpretación visual de cada uso, definiendo 23 categorías generales de uso de suelo y cobertura vegetal (figura 1).

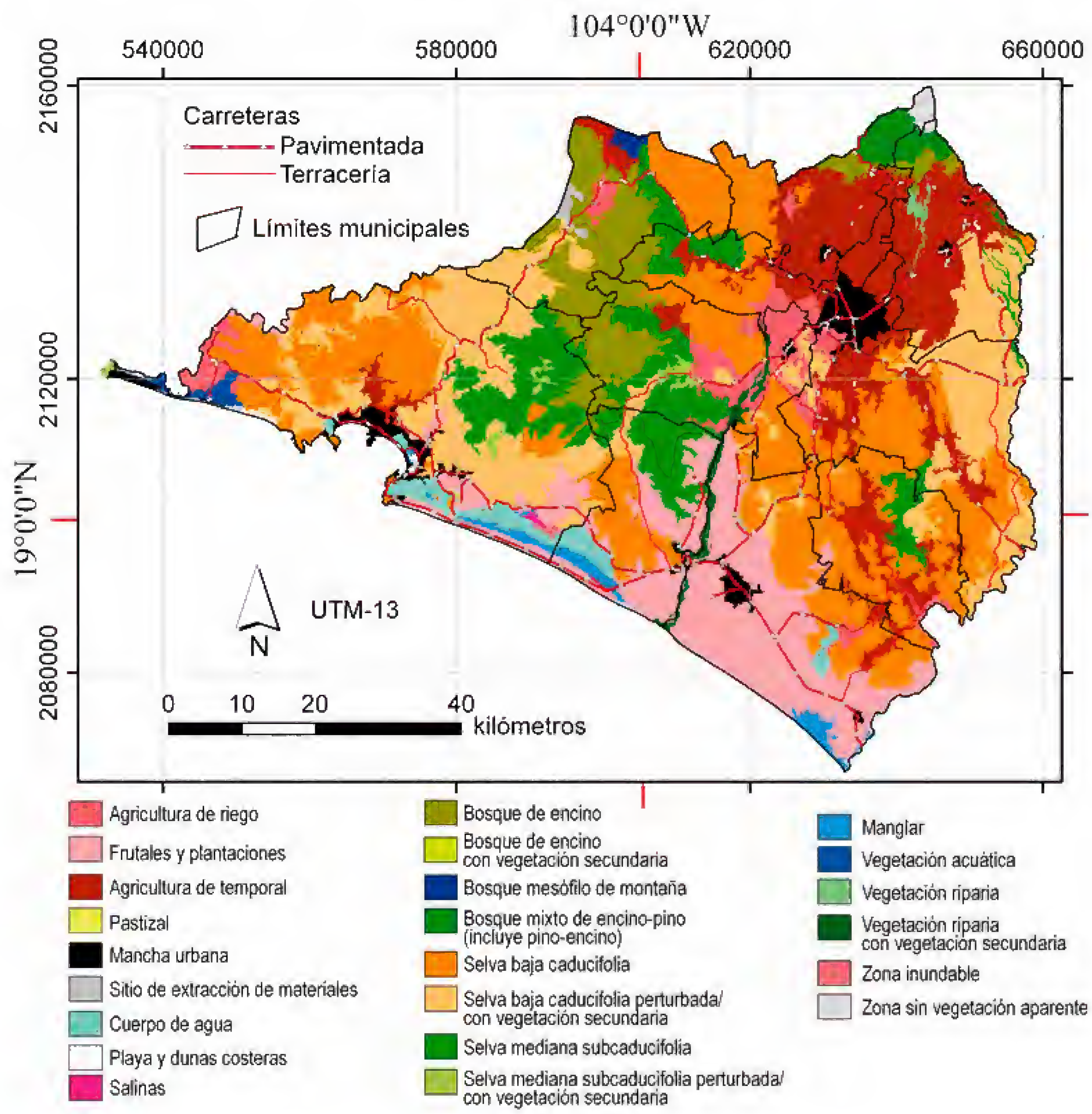



**Figura 1.** Usos de suelo y cobertura vegetal correspondiente al año 2004. Fuente: elaboración propia.

## Usos del suelo y tipos de vegetación actual (2004)

Se realizó una reclasificación de la cartografía del uso de suelo y la vegetación en el estado para el año 2004, basado en INEGI (2000), definiéndose 28 categorías generales (figura 2).

## Escenarios futuros de los cambios de usos del suelo (2030)

Se generó un escenario tendencial a partir del cambio del uso del suelo, entre 1993 y 2004, aplicando el algoritmo CA_Markov incluido en el programa de cómputo IDRISI (Eastman 2002). Este algoritmo utiliza cadenas de Markov (modelos probabilísticos que se usan para predecir la evolución y el comportamiento, a corto y a largo plazo, de determinados sistemas) que per-

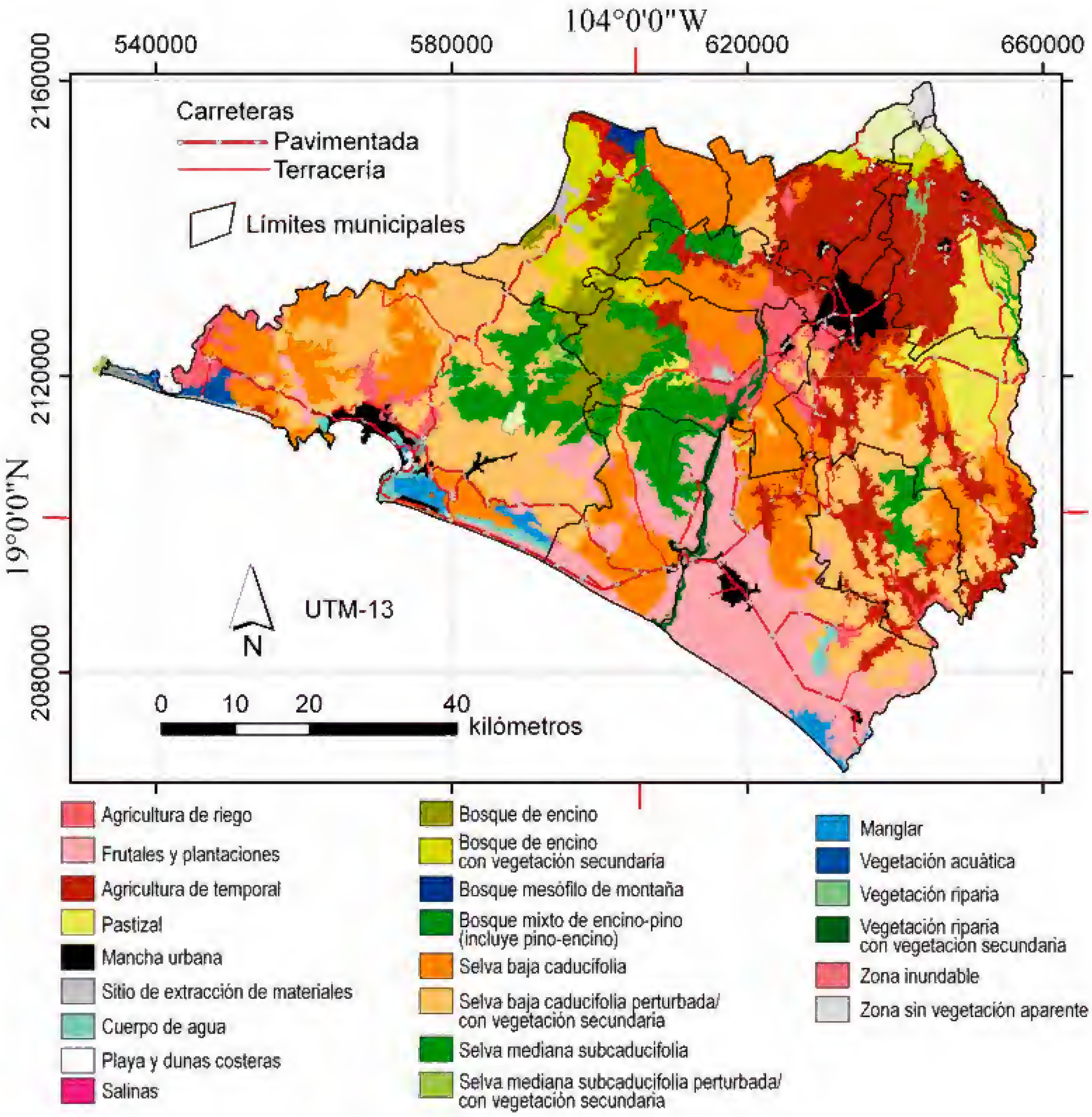



**Figura 2.** Usos de suelo y cobertura vegetal correspondiente al año 2004. Fuente: elaboración propia.

miten calcular la probabilidad de cambio de una clase a otra, con base en la matriz de cambios correspondiente a un periodo de tiempo determinado. La idea subyacente es que los cambios observados en un periodo de tiempo tienen tendencia a repetirse en un periodo posterior (Paegelow *et al.* 2003). De esta manera se generó una matriz de transición, la cual toma en cuenta la matriz de un momento inicial (año 1993) y la de uno posterior (año 2004). La matriz de transición permitió calcular cuáles serán las superficies de cada clase de usos del suelo en el año 2030, si las tendencias lineales del periodo 1993-2004 prosiguieran.

El programa de IDRISI utiliza también un subprograma de decisiones multicriterio y multiobjetivos, el cual fue utilizado para definir las áreas más aptas para cada clase de uso del suelo. De esta forma se establecieron cuáles son las mejores áreas para ubicar o eliminar superficies de las clases que se calcularon con las cadenas de

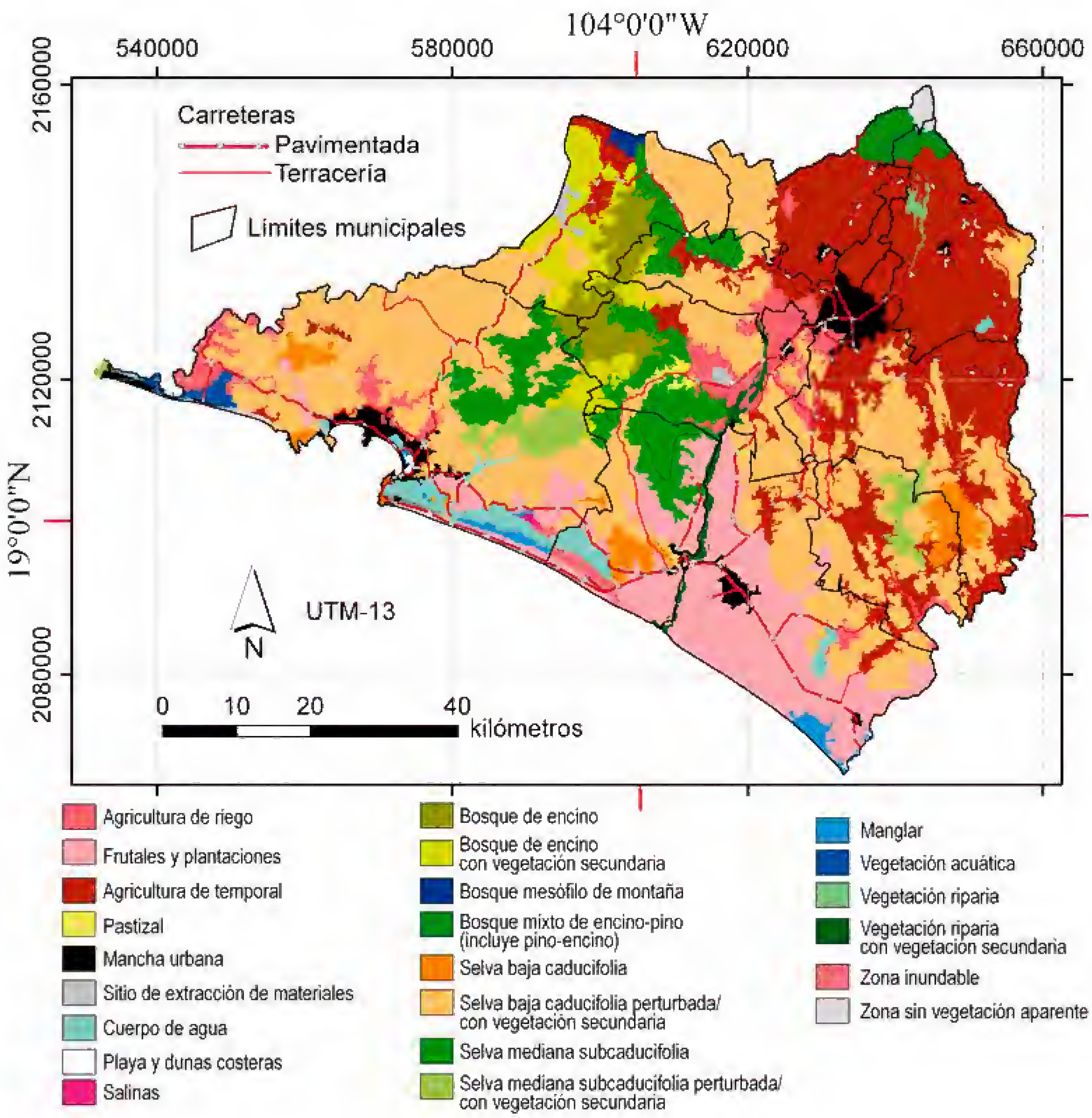



FIGURA 3. Modelo predicho de los usos de suelo y cubierta vegetal correspondiente al año 2004. Fuente: elaboración propia.

Markov. Finalmente, se aplicó un modelo de autómatas celulares, el cual evalúa su entorno inmediato a partir de una celda, e incrementa los valores de aptitud de una clase si alrededor existen otras celdas con el mismo tipo de uso del suelo.

Resumiendo, mediante la aplicación de los programas contenidos en IDRISI se estableció información base correspondiente a un periodo de tiempo determinado (1993-2004) para predecir las cantidades de superficies que a futuro (2030) cambiarán. Así, tomando en cuenta la vocación del suelo y el entorno inmediato de cada celda se elaboró un modelo de mapa a futuro. Debido a los requerimientos de espacio y tiempo del proceso se generalizaron las clases, reduciendo su número a 25 y definiendo un tamaño de celda de 50 x 50 m. La figura 3 muestra los resultados de la configuración espacial correspondiente a la predicción del escenario de cambios de usos del suelo esperados al año 2030.

## Cambios en superficies (1993-2004-2030)

La figura 4 presenta los porcentajes de cambio en cada categoría de uso de suelo y vegetación para el estado, de acuerdo con los modelos de mapas creados para los años 1993, 2004 y 2030. Estos resultados corresponden a las principales nueve clases de usos del suelo y tipos de vegetación, obtenidas de la reclasificación de las 25 categorías originales: 1) mancha urbana, 2) zonas agrícolas y plantaciones, 3) pastizales introducidos, 4) vegetación secundaria, 5) selvas conservadas, 6) selvas perturbadas, 7) bosques templados conservados, 8) bosques templados perturbados, 9) vegetación riparia o de galería y 10) manglar.

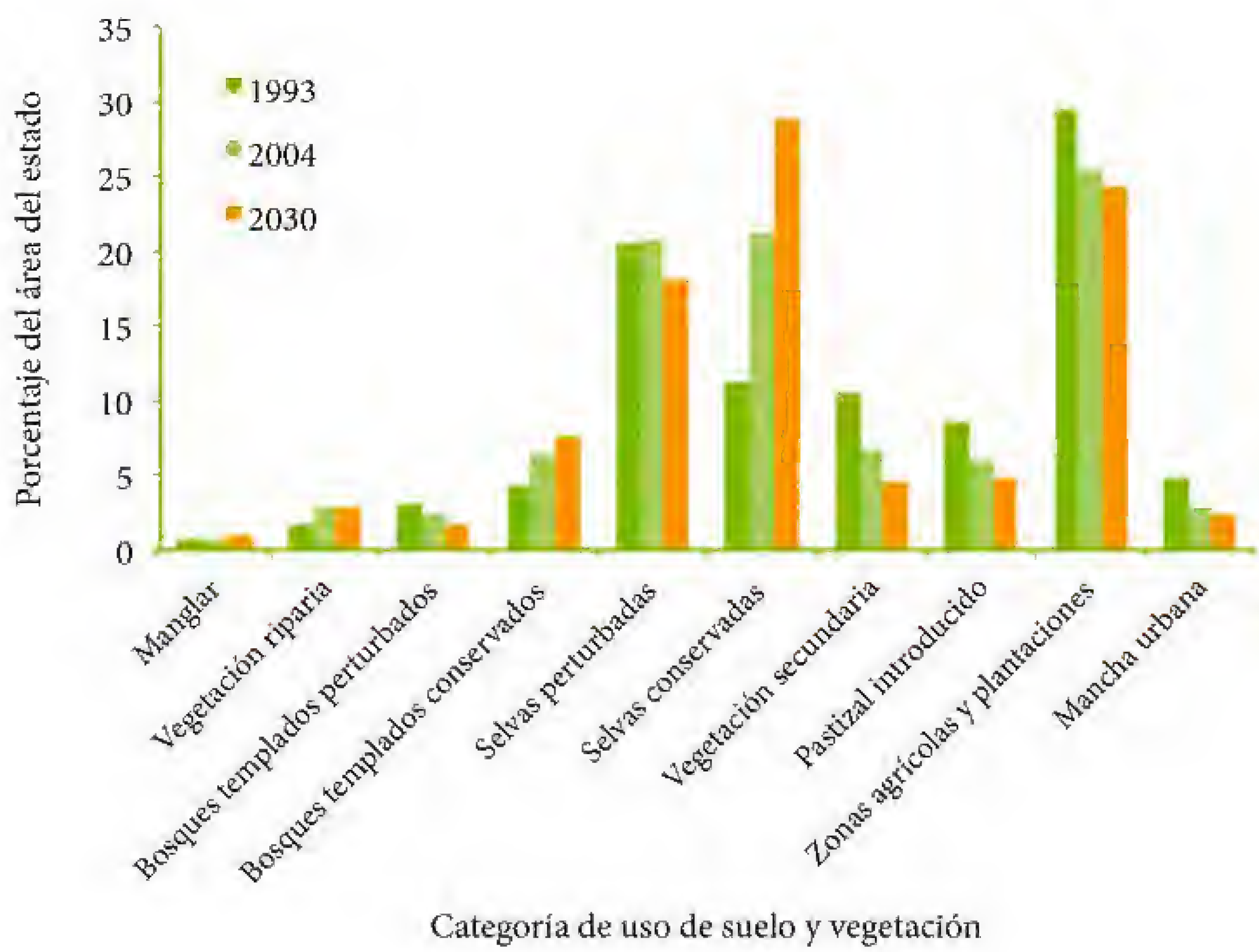



**Figura 4.** Porcentajes de área de las categorías de uso de suelo y vegetación, correspondientes a los escenarios 1993, 2004 y 2030. Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

De acuerdo con el escenario obtenido, las selvas conservadas disminuirán casi a la mitad de su superficie, respecto del 2004. De forma contraria, las zonas agrícolas y plantaciones, así como los pastizales inducidos, aumentarán 4.1 y 2.8%, respectivamente, continuando con la tendencia negativa procedente desde el año 1993. Otro resultado importante es el aumento de la superficie de la mancha urbana en la entidad, que aumentará a más del doble en el año 2030, respecto de 1993.

Estos estudios predictivos, basados en el estado real de la situación de la vegetación a través del tiempo, permiten tomar decisiones a tiempo para detener tendencias negativas y así conservar la mayor superficie con la vegetación y diversidad deseada. Se recomienda la elaboración de más estudios, a escala más detallada y con datos más recientes para aumentar la exactitud y precisión de las predicciones del modelo.

## Referencias


Brown, D.G., B.C. Pijanowski y J.D. Duh. 2000. Modeling the relationships between land use and land cover on private lands in the upper midwest, USA. *Journal of Environmental Management*, 59:247-263.

Eastman, J.R. y R. Laney. 2002. Bayesian soft classification for sub-pixel analysis: a critical evaluation. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 68(11):1149-1154.

Eastman, J. 2003. *IDRISI Kilimanjaro. Guide to GIS and Image Processing*. Clark Labs, Clark University. Worcester, Massachusetts.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1993. Ortofotos. En: <*http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/ortofoto/*>, última consulta: 24 de julio de 2015.

———. 2000. Carta de Uso Actual del Suelo y Vegetación, Serie III. México.

Lambin, E.F., B.L. Turner, J.G. Helmut, *et al.* 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change* 11:261-269.

Lambin, E.F. 1997. Modelling and monitoring land-cover change process in tropical regions. *Progress in Physical Geography* 21(3):375-393.

Paegelow, M., M. Camacho Olmedo T., *et al.* 2002. Modelización prospectiva del paisaje mediante sistemas de información geográfica. En: *X Congreso de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección*. Universidad de Valladolid, Valladolid, España.

Turner, B.L. y W.B. Meyer. 1991. Land use and land cover in global environmental change: considerations for study. *International Social Science Journal* 130:669-679.

# Unidades de gestión ambiental

Valentino Sorani

Gustavo Rodríguez Gallegos

## Introducción

La presente contribución es un extracto de la última parte del Programa Estatal del Ordenamiento Ecológico (semarnat 2012), que se incluye en el presente estudio dada su relevancia para la protección, conservación y uso de la biodiversidad del estado.

Las unidades de gestión ambiental (uga) para el modelo de ordenamiento ecológico de Colima se definieron con base en diferentes criterios. Como primer paso se utilizó la regionalización ecológica del estado, basada en su geomorfología, edafología, uso del suelo y vegetación actual. Se sobrepusieron los límites administrativos de las áreas naturales protegidas y de sus diferentes zonificaciones. Por lo que respecta a las uga de la subcuenca de Cuyutlán, se tomaron directamente del decreto de ordenamiento ecológico y territorial correspondiente, como subunidades de la uga 88 y se les asignó una numeración secuencial, también basada en la numeración prevista en el mencionado decreto. En total se definieron 132 uga cuya numeración sigue un orden general de norte a sur (figura 1).

## Políticas

La definición de las políticas ambientales no se encuentra en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (lgeepa) (sedue 1988), ni en el reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico

Sorani, V. y G. Rodríguez G. 2016. Unidades de gestión ambiental. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 668-674.

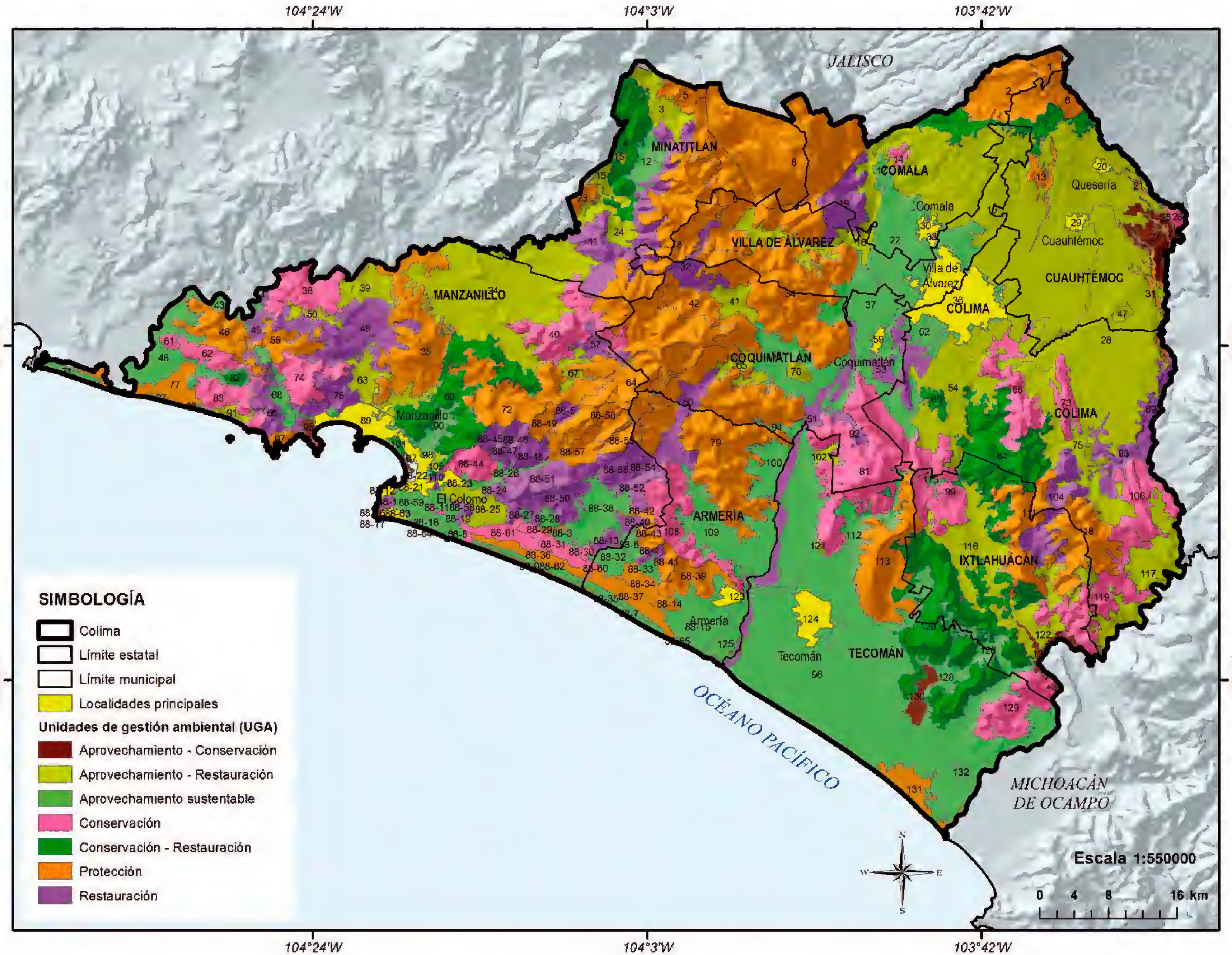



**Figura 1.** Unidades de gestión ambiental (UGA) identificadas mediante el procedimiento de ordenamiento ecológico (2012). Se muestran las principales ciudades del estado; 1) Colima, 2) Manzanillo, 3) Villa de Álvarez y 4) Tecomán.

(RLGEEPA) (SEMARNAT 2003), ni tampoco en la Ley de Preservación Ambiental del Estado de Colima (LPAEC) (Congreso del Estado 1994). Según el resumen ejecutivo del proceso de ordenamiento ecológico publicado por la SEMARNAT (2012), la política de preservación se usa como sinónimo de protección en el ordenamiento ecológico territorial (OET). Sin embargo, el artículo 20 de la LGEEPA habla de protección y de preservación como dos conceptos diferentes, y por lo tanto para el presente estudio se decidió utilizar el término de protección y conservación con las definiciones que se indican a continuación:

**Protección**. Con esta política se busca el mantenimiento de los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos. Se trata de proteger áreas de flora y fauna importantes dadas sus características, biodiversidad, bienes y servicios ambientales, tipo de vegetación o presencia de especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010) con algún estatus definido. Para lograr este objetivo se requiere que el aprovechamiento sea prohibido, para evitar así su deterioro y asegurar la permanencia de los ecosistemas. Sin embargo, con la finalidad de garantizar beneficios a los dueños o poseedores de los terrenos, en estas áreas se permite, con ciertas condiciones, el uso con fines recreativos, científicos o ecológicos. Quedan prohibidas actividades productivas o asentamientos humanos no controlados.

**Preservación**. Esta política se aplica a aquellas áreas o elementos naturales cuyos usos actuales o propuestos no interfieren con su función ecológica relevante y donde el nivel de degradación ambiental no ha alcanzado valores significativos. Esta política tiene como objetivo mantener la continuidad de las estructuras, los procesos y los servicios ambientales, relacionados con la protección de elementos ecológicos y de usos productivos estratégicos. Se propone esta política, cuando al igual que en la política de protección un área contiene valores importantes de biodiversidad, bienes y servicios ambientales, tipos de vegetación, etc., pero que se encuentra actualmente bajo algún tipo de aprovechamiento. De esta forma se intenta reorientar la actividad productiva a fin de hacer más eficiente el aprovechamiento de los recursos naturales, pero de una manera sustentable, garantizando la continuidad de los ecosistemas y reduciendo o anulando la presión sobre estos.

## Metodología para la asignación de las políticas ambientales

Con la finalidad de tener un esquema transparente de atribución de las políticas para cada UGA, se utilizó un método que puede considerarse una variante de la técnica propuesta en el manual del proceso de ordenamiento ecológico (SEMARNAT 2006). A partir de los mapas de aptitud de manejo para las políticas territoriales potenciales de aprovechamiento sustentable, restauración y preservación, obtenidos en la etapa de diagnóstico multicriterio, se realizó una clasificación no supervisada. Cabe mencionar que cada mapa de aptitud de manejo consiste de celdas regulares de 50 x 50 m, cada una con un valor de aptitud para cada política ambiental, con una escala de cero hasta diez.

El algoritmo utilizado para la clasificación, denominado ISODATA, del inglés Iterative Self-Organi-

zing Data Analysis Technique (técnica analítica iterativa de auto-organización de datos) (Ball y Hall 1965), asigna cada celda a una categoría definida por los valores de las variables utilizadas en el proceso, en este caso las tres aptitudes de política. Al principio del proceso iterativo los valores que definen cada categoría o clase son a su vez definidos de manera aleatoria por el programa. Luego, a cada iteración estos valores se van ajustando a los valores promedio de las celdas, hasta que se alcance el número máximo de iteraciones o el máximo porcentaje de celdas que no pasan de un grupo a otro durante las iteraciones (tales valores máximos son definidos por el usuario al inicio del proceso). A partir de los valores que caracterizan cada categoría se etiquetan, resultando algunas categorías como una mezcla de dos políticas (aprovechamiento-restauración). Una vez asignadas las políticas a cada celda de los mapas se evalúa la frecuencia de cada categoría de política en cada UGA y se le asigna la política con mayor porcentaje de celdas. La política de protección se asigna posteriormente, únicamente a las UGA que presenten valores superiores a ocho, en promedio.

Posteriormente, se realiza una verificación a cada UGA, para integrar otros criterios que no se tomaron en cuenta en los mapas de aptitud de manejo, debido a su menor importancia a nivel de cada celda, pero que asumen un papel muy importante a nivel regional. Algunos ejemplos de tales criterios incluyen la cercanía a áreas naturales protegidas y la necesidad de áreas de amortiguamiento, la presión de las actividades agropecuarias y urbanas, la inclusión del corredor biológico Manantlán-Cuyutlán (permitiendo el flujo de especies entre ecosistemas fragmentados), la necesidad de preservar los cuerpos de agua del azolve causado por la erosión de los suelos, o usos de suelo que no se pueden observar en la imagen debido a la cobertura forestal.

## Estrategias ambientales

Para la instrumentación del ordenamiento ecológico del estado, es necesario diseñar estrategias que permitan el cumplimiento de los lineamientos de cada UGA y que atiendan sus conflictos ambientales identificados. Corresponde a la integración de objetivos y acciones específicas, mitigar o disminuir los impactos al ambiente, para evitar posibles conflictos por el territorio o para proponer actividades alternativas o cambios a las actividades existentes, las cuales redunden en mayores beneficios a la población, al mismo tiempo que disminuyan los impactos ambientales negativo.

## Asignación de estrategias

Se define en el Reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico, que una estrategia ecológica es la integración de los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigida al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el área de ordenamiento ecológico (SEMARNAT 2006). Las estrategias se asignan con base en valores obtenidos a partir de las etapas de caracterización y diagnóstico, así como de las políticas ecológicas asignadas. El apéndice 1 contiene información fundamental del ordenamiento ecológico propuesto para Colima; contiene también las estrategias ecológicas, las condiciones para su asignación, así como las UGA a las cuales se asignaron.

Cuadro 1. Estrategias ecológicas. Fuente: SEMARNAT 2012.

- Buscar financiamientos para la protección de los ecosistemas de la UGA.
- Buscar alternativas para los poseedores de las áreas de protección.
- Fomentar la creación de un área natural protegida.
- Fomentar la elaboración de un plan de manejo del área natural protegida.
- Buscar financiamientos para la restauración de los ecosistemas de la UGA.
- Fomentar la conversión de la ganadería extensiva.
- Restaurar las áreas de vegetación natural perturbada.
- Buscar alternativas para los poseedores de terrenos en las áreas de restauración.
- Restaurar las áreas frágiles.
- Conservar los ecosistemas.
- Buscar financiamientos para la conservación de los ecosistemas de la UGA.
- Buscar alternativas para los poseedores de las áreas de conservación.
- Conservar los ecosistemas acuáticos.
- Controlar la contaminación.
- Prevenir y controlar incendios.
- Restaurar los sitios de explotación de recursos mineros, al final del proceso de aprovechamiento.
- Intensificar las actividades productivas de las áreas agropecuarias.
- Intensificar el cultivo del café.
- Promover el cultivo del café orgánico.
- Intensificar la fruticultura.
- Conservar la biodiversidad endémica.
- Fomentar el pago de servicios ambientales para la biodiversidad.
- Fomentar el pago de servicios ambientales para la recarga de acuíferos.
- Intensificar las acciones de protección de la erosión hídrica o eólica.
- Tomar medidas de prevención del riesgo volcánico.
- Establecer medidas de mitigación de riesgos por tsunamis.
- Establecer medidas de mitigación de riesgos por ciclones.
- Planeación ecológica territorial.
- Desarrollar el turismo ecológico y de aventura.
- Desarrollar el turismo convencional.
- Reducir el impacto de las actividades agropecuarias.
- Reforestar con especies nativas.
- Fomentar la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, duplicando la capacidad de tratamiento.
- Elevar los niveles de vida de la población, con empleo, mejor ingreso y aprovechamiento óptimo de los recursos humanos y naturales en un contexto de conservación ambiental e impulso de una cultura urbana compatibles con un desarrollo económico moderno, conservando la identidad local.

Cuadro 1, continúa

- Garantizar un crecimiento urbano ordenado y funcional del territorio, manteniendo un sistema equilibrado de ciudades que faciliten la integración intrarregional de la entidad y de ésta con el resto del país, compatible con la conservación del medio ambiente.
- Fomentar la protección del corredor biótico Manantlán-Cuyutlán.
- Protección de huertas.
- Fomentar la agroforestería.
- Capacitar a las comunidades para proteger, preservar y aprovechar los recursos. naturales, especialmente en las áreas naturales protegidas.
- Fomentar la creación de corredores industriales, cerro de Ortega-Armería.
- Fomentar el proyecto del corredor industrial Jalipa-Camotlán de Miraflores-Peña Colorada.
- Consolidar el corredor tecnológico industrial Buena Vista-Piscila.
- Impulso al aprovechamiento pecuario y recuperación de pastizales.
- Fomentar la explotación forestal a través de programas de manejo forestal autorizados por la autoridad competente, que garanticen la conservación de los ecosistemas.
- Permitir el crecimiento de los asentamientos humanos.
- Fomentar el pago de servicios ambientales para la fijación de carbono.
- Fomentar un desarrollo regulado de los asentamientos humanos rurales.
- Desarrollar las actividades portuarias.
- Amortiguar el efecto de las actividades productivas de la UGA sobre las UGA de protección colindantes.

## Referencias


Ball, G.H. y D.J. Hall. 1965. A novel method of data analysis and pattern classification. Reporte Técnico. Stanford Research Institute, Menlo Park, California.

Congreso de la Unión. 2003. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA). Publicada el 8 de sgosto de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada: el 31 de octubre de 2014. Texto vigente. En: <*http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

Gobierno Congreso del Estado. 1994. Ley de Preservación Ambiental del Estado de Colima (LPAEC). Publicada el 12 de marzo de 1994 en el periódico oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://legismex.mty.itesm.mx/estados/ley-col/COL-R-LeyPresAmb-ImpRiesAudEco1994_03.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015. Texto vigente. En <*http://www.metro.df.gob.mx/transparencia/imagenes/fr1/normaplicable/2014/1/lgeepa14012014.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Reglamento de la Ley General del

Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA). Publicado el 8 de agosto de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma el 31 de octubre de 2014. En: <*http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MOE_311014.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

———. 2006. Manual de Proceso de Ordenamiento Ecológico. México.

———. 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

———. 2012a. Resumen Ejecutivo del Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Colima. En: <*http://www.colima-estado.gob.mx/transparencia/archivos/progrma_ordenamiento_ecologico_territorio.pdf*>, última consulta: 2 de julio de 2015.

———. 2012b. Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima. Publicado el 11 de agosto de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/actualizacion_2012/dec_poet_colima.pdf*>, última consulta: 28 de julio de 2015.

# Aprovechamiento, protección y conservación de los sistemas coralinos de la costa

Marco A. Liñán-Cabello
Laura A. Flores-Ramírez
José F. Cobo-Díaz
Olinda S. Soriana-Santiago

## Descripción

Los arrecifes de coral son ecosistemas marinos altamente diversos que proporcionan numerosos beneficios ambientales, ya que protegen a las costas contra tormentas y huracanes. Muchos países dependen de ellos para sostener parte de su industria pesquera y su alimentación, ya que sirven de hábitat para muchas especies marinas de consumo humano con gran importancia económica. Además, son fuente de recreación y estimulan el turismo, atrayendo millones de buceadores y visitantes por su diversidad y belleza (figura 1). De manera natural los arrecifes son modificados por la acción de corrientes, huracanes y tormentas; sin embargo, la contaminación, la destrucción de los manglares, la erosión del suelo, la sobrepesca, los excesos en el turismo marino y el cambio climático global pueden afectar a los pólipos del coral y con ello alterar la compleja cadena alimenticia que se desarrolla alrededor de un arrecife.

## Protección y conservación

Los ecosistemas coralinos de Colima no son la excepción ante este problema; los más representativos del litoral colimense son el arrecife coralino La Boquita, ubicado dentro de la bahía de Santiago y Carrizales, en la bahía del mismo nombre. Según la clasificación de las Regiones Marinas Prioritarias de México (RMP) (Arriaga-Cabrera *et al.* 1998), Carrizales forma parte de este listado, sin embargo, la información sobre su biodiversidad, incluida en su designación, excluye a los arrecifes encon-

Liñán-Cabello, M.A., L.A. Flores-Ramírez, J.F. Cobo-Díaz y O.S. Soriana-Santiago. 2016. Aprovechamiento, protección y conservación de los sistemas coralinos de la costa. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 675-680.

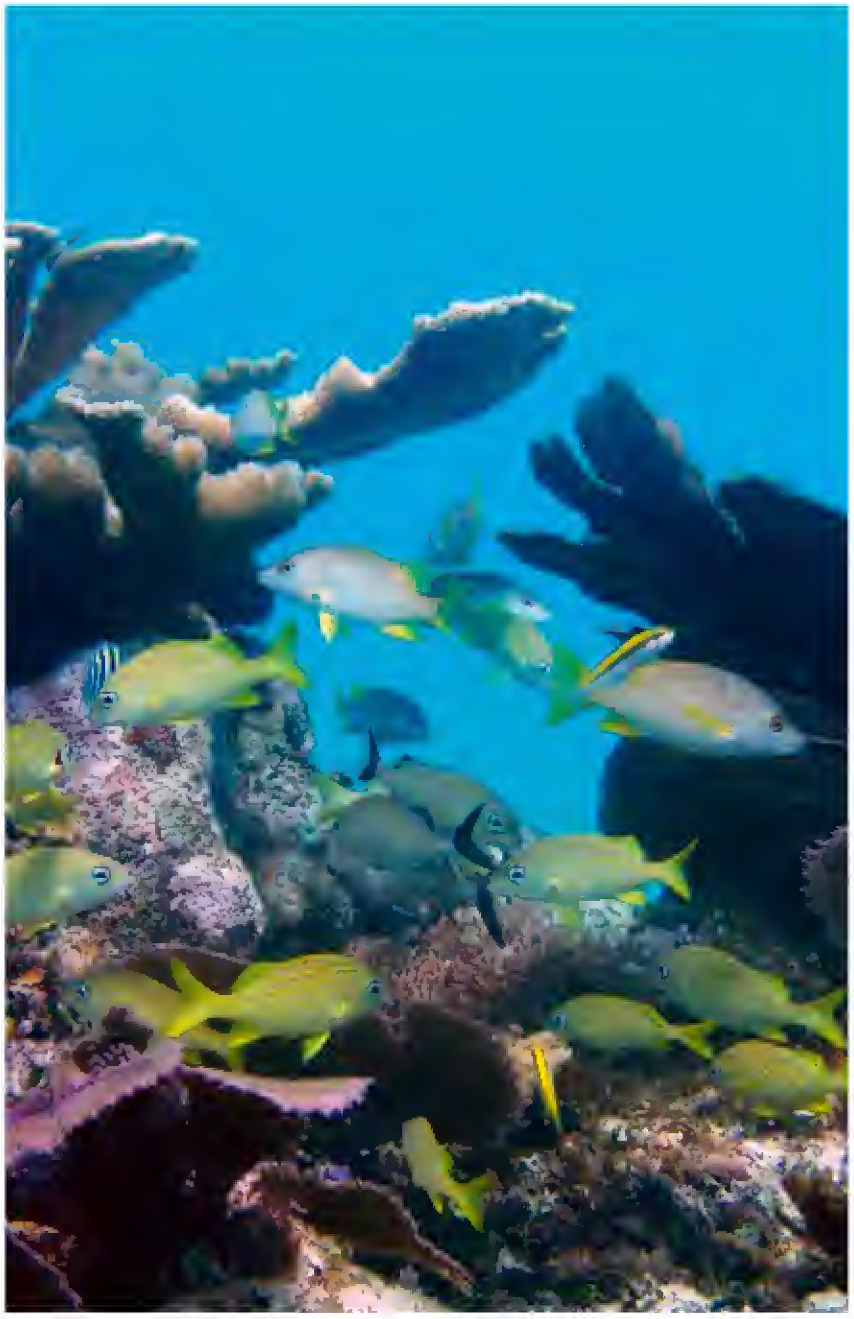


**Figura 1.** Los arrecifes coralinos son muy diversos y proporcionan numerosos beneficios ambientales. Foto: Baruch Figueroa Zavala/Banco de imágenes CONABIO.

trados en esta región y por ende no aborda la situación imperante en el mismo. Por su parte, La Boquita no se encuentra enlistada como RMP u otra clasificación que gestione su conservación. Independientemente de las RMP, tanto Carrizales como La Boquita se encuentran actualmente bajo ciertas amenazas de origen antropogénico, lo que deriva en la falta de un verdadero control en el uso y manejo de los recursos de estos ecosistemas.

El problema imperante en La Boquita se relaciona con la exposición a temperaturas altas, con cambios bruscos de salinidad y exceso de sedimentos derivados de la inadecuada obra de intercomunicación artificial con la laguna Juluapan. Asimismo, su cercanía con las áreas de mayor recreación incrementa su vulnerabilidad respecto a factores relacionados con la presión turística, como anclaje, extracción y contacto del coral y pesca. Esto mismo sucede con la condición de salud del arrecife Carrizales (Zacarías-Salinas 2007, Liñán-Cabello *et al.* 2008).

Por lo anterior, en el presente trabajo se hace referencia al problema imperante para cada localidad y se proponen iniciativas compatibles con el desarrollo de un turismo sostenible, las cuales son sugeridas por organismos y alianzas internacionales (CELB 2003). Adicionalmente, se recomiendan estudios de capacidad de carga turística (número de visitantes, embarcaciones o buzos) y medidas de restauración que permitan mitigar y evaluar los efectos negativos del anclaje, encallamiento y la fragmentación.

El análisis causa-efecto de las ocho diferentes variables identificadas previamente por estas investigaciones, y las de otros autores, en las áreas de interés (Florián-Álvarez 2006, Flores-Ramírez y Liñán Cabello 2007, Zacarías-Salinas 2007), es presentado en el cuadro 1. Es posible reconocer las consecuencias inmediatas que sobre el hábitat coralino pueden ocasionar actividades como la fragmentación y el blanqueamiento del coral. A un plazo mayor, algunos otros agentes causales originan degradación progresiva que puede afectar irreversiblemente al ecosistema coralino. Estas causas convergen a partir de la inadecuada obra de intercomunicación de la laguna, en la falta de medidas que regulen la industria del turismo marino.

**Cuadro 1.** Relaciones causa/efecto, relativas al problema imperante en los arrecifes coralinos La Boquita (B) y Carrizales (C). Fuente: elaboración propia.

| Causas | Localidad | Efectos |
|---|---|---|
| 1. Pesca excesiva de poblaciones de peces herbívoros asociados al arrecife | B, C | Aumento en la población de macroalgas, competencia por sustrato, disminución de especies de peces |
| 2. Recolección de coral para fines comerciales | B | Pérdida de especies coralinas y hábitat, disminución en la capacidad de regeneración y producción |
| 3. Fluctuaciones espacio-temporales de temperatura y salinidad | B | A corto plazo, susceptibilidad al blanqueamiento, modificación en la capacidad de regeneración y predisposición a enfermedades |
| 4. Fragmentación coralina asociada a maniobras de anclaje | B, C | Merma de corales vivos, reducción en la cantidad de organismos, desarrollo de algas, enturbiamiento del agua |
| 5. Contacto por visitantes debido a su escasa profundidad | B | Fragmentación, disminución en su capacidad de regeneración, crecimiento y reproducción |
| 6. Prácticas inadecuadas de snorkel y buceo | B, C | Deterioro del fondo, aumento de sedimentos, perturbación de la vida natural marina, pérdida de la mucosidad |
| 7. Aporte de sedimentos asociados a la descarga de la laguna Juluapan | B | Turbidez, disminución en la capacidad fotosintética, pérdida de sustrato asociado a la proliferación de tapetes microbianos, estrés fisiológico asociado a la sobreproducción de mucus protector |
| 8. Contaminación por deshechos del tránsito vehicular, turismo y artes de pesca | B, C | Contaminación visual por deshechos sólidos, líquidos y artes de pesca que quedan atrapadas en los arrecifes causando fragmentación. |

## Conclusiones

Las iniciativas de uso, manejo y gestión en los arrecifes del estado, respecto al tiempo y a la responsabilidad de los distintos participantes son presentadas en el cuadro 2. Debido a la condición actual de deterioro es imperativo realizar esfuerzos a corto plazo, basados en los siguientes tres ejes de acción: 1) reubicación de la zona de intercomunicación del arrecife con la laguna Juluapan, específicamente en La Boquita; 2) realizar un marco normativo que contribuya a la protección y conservación de los arrecifes y 3) el desarrollo de actividades turísticas sostenible. Lo anterior demanda la aplicación de estrategias de restauración y regeneración, principalmente en el arrecife La Boquita. Asimismo, destaca como una acción de gran necesidad instalar boyas de amarre permanente, sobre todo en los lugares más frecuentados por buzos y portadores

**Cuadro 2.** Iniciativas de turismo sostenible propuestas a corto, mediano y largo plazo, por organismos y diversas alianzas, respecto a los agentes causales identificados en los sistemas coralinos La Boquita y Carrizales. La columna Causas se anota en relación a su equivalente en el cuadro 1. Fuente: elaboración propia con base en CEBL 2003.

| Causas | Iniciativas | | Participantes |
|---|---|---|---|
| | Corto plazo | Mediano/largo plazo | |
| 1 | Incrementar la vigilancia, cumplir las leyes vigentes, prohibición de la pesca con arpón | Designación de un programa de aprovechamiento para ecoturismo, monitoreo de investigación, difusión y educación ambiental | SEMARNAT, UCOL, PROFEPA, SEMAR, CONANP |
| 2 | Incrementar la vigilancia, cumplir las leyes vigentes | Implementar un plan de cultura ecológica para la población y visitantes | SEMARNAT, PROFEPA |
| 3, 7 | Reubicación de la obra de intercomunicación de la laguna Juluapan y el extremo norte de la bahía de Santiago | Implementar un programa de mantenimiento | H. Ayuntamiento de Manzanillo |
| 4 | Ejecutar un programa de restauración de coral a partir de fragmentos existentes<br>Implementar un sistema de boyas de amarre para evitar los daños por anclaje de fondo | Monitoreo continuo del programa de restauración y mantenimiento de sistema de boyas | FACIMAR (UCOL), H. Ayuntamiento de Manzanillo |
| 5 | Realizar un estudio de capacidad de carga para determinar el número de visitantes por día que pueden soportar los arrecifes | Implementar un plan de vigilancia en el que participen prestadores de servicios turísticos, autoridades y sociedades cooperativas | FACIMAR (UCOL), IOM SECTUR, prestadores de servicio de la región |
| 6 | Promover, entre los practicantes de estas actividades, abstenerse del contacto; implementar el uso de chalecos salvavidas | Implementar cursos de conciencia ambiental.<br>Estructurar un programa de vigilancia respecto al ejercicio de las actividades acuáticas | Agencias PADI, proveedores de turismo, FACIMAR |
| 8 | Informar a los turistas sobre la acción nociva de la eliminación incorrecta de los desperdicios e implementar un programa de recolección a bordo | Implementar una campaña bimestral de limpieza de arrecifes | SECTUR, FACIMAR, IOM, prestadores de servicio turístico, PROFEPA |

SEMARNAT = Secretaría del Medioambiente y Recursos Naturales; UCOL = Universidad de Colima; PROFEPA= Procuraduría Federal de Protección al Ambiente; SEMAR = Secretaría de Marina; CONANP = Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas; FACIMAR = Facultad de Ciencias Marinas (UCOL); IOM = Instituto Oceanográfico de Manzanillo (UCOL); SECTUR = Secretaría de Turismo; PADI = Asociación Profesional de Instructores de Buceo.

de snorkel, y con esto evitar perturbaciones que puedan provocar graves daños a los arrecifes coralinos. Se considera que en la bahía Carrizales, dada su mayor superficie, podrían ser instaladas dos boyas en el extremo noreste y dos en el noroeste; asimismo, en La Boquita se recomienda instalar al menos dos boyas cercanas a los parches más visitados.

Es necesario realizar investigaciones y acciones de gestión que permitan la implementación de un programa de aprovechamiento, con usos en ecoturismo, monitoreo de investigación, difusión y educación ambiental, en el que participen diferentes instituciones y con ello lograr el buen aprovechamiento de estos ecosistemas en el estado. El estudio y conocimiento de los sistemas de arrecifes coralinos permitirá la conservación de la gran biodiversidad que de ellos depende.

## Referencias


Arriaga-Cabrera, L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, *et al.* 1998. *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México.

CELB. Center for Environmental Leadership in Business. 2003. *Guía práctica de buenas prácticas: gestión de cuestiones ambientales en el sector de la recreación marina*. The Center for Environmental Leadership *in Business* (CELB)/Centro de Recursos *Ambientales* de Navarra (CRAN)/Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Florián-Álvarez, P. 2006 *Diversos indicadores de presión antropogénica sobre el arrecife coralino La Boquita, Manzanillo, Colima, México.* Tesis de licenciatura en administración de recursos naturales. Universidad de Colima (UCOL), México.

Flores-Ramírez, L. y M.A. Liñán-Cabello. 2007. Relationships among thermal stress, bleaching and oxidative damage in the hermatypic coral, *Pocillopora capitata. Comparative Biochemistry and Physiology*146:194-202.

Zacarías-Salinas, J.S. 2007. *Caracterización del fenómeno de blanqueamiento en las comunidades coralinas de La Boquita y bahía Carrizales en el verano 2004*. Tesis en oceanología. UCOL, México.

Liñán-Cabello, M.A., D. Hernández-Medina, P. Florián-Álvarez y A. Mena-Herrera. 2008. Estado actual del arrecife coralino La Boquita, Colima. *IRIDIA* 5:10-23.



*Sula sula*. Foto: Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C./Banco de imágenes CONABIO.

# S9

## MARCO JURÍDICO VIGENTE

*Zenaida macroura clarionensis*. Foto: Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C. /Banco de imágenes CONABIO.



# Resumen ejecutivo

Oscar Báez-Montes

Conocer las bases jurídicas y normativas sobre la regulación de los recursos biológicos y su adecuado cumplimiento puede traducirse en la conservación y uso sustentable, así como en el bienestar de la sociedad. Existen diversos instrumentos y mecanismos a los cuales los países se comprometen a cumplir. A nivel internacional se cuenta con el Convenio sobre Diversidad Biológica, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, la Convención relativa a los humedales de importancia internacional. En esta sección se analizan algunos de los principales ordenamientos jurídicos e instrumentos de política ambiental, relativos a la protección jurídica de la biodiversidad.

La Constitución Política, al ser la carta magna establece las garantías individuales de las cuales se desprende la legislación nacional. Existen mecanismos relevantes a nivel federal por los cuales se pueden cumplir los objetivos: la regulación de las propias leyes, los instrumentos de política ambiental, los mecanismos restrictivos para el aprovechamiento de los recursos naturales en materia hídrica y las figuras penales. Quizá los más conocidos sean los instrumentos de política ambiental, como son el establecimiento de áreas naturales protegidas (ANP), el ordenamiento ecológico del territorio y la evaluación del impacto ambiental.

A nivel estatal y municipal se pueden establecer ANP con equivalentes de manejo y categoría, como se establece en la Ley Ambiental para el

Báez-Montes, O. 2016. Resumen ejecutivo de Marco jurídico vigente. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado*. CONABIO. México, pp. 683-684.

Desarrollo Sustentable de Colima, que incluye regulaciones para el aprovechamiento a diferentes niveles (especies, comunidades, ecosistemas y sus recursos genéticos). Sin embargo, dentro de las áreas urbanas se consideran otras figuras que tienen el potencial de generar sinergias de conservación y acción social.

Las figuras penales forman parte de los mecanismos jurídicos de protección de la biodiversidad. Algunos delitos ambientales se cimentan en el Código Penal del estado de Colima. A nivel municipal siete de los 10 municipios cuentan con reglamentos para la protección de la biodiversidad. Los retos incluyen no sólo la adecuada legislación en la materia, sino su regulación, implementación y evaluación continua sobre los retos actuales y futuros que enfrenta el territorio colimense, ante lo cual son indispensables la voluntad política de los diferentes órdenes de gobierno y la concertación entre ellos.

# Protección jurídica de la biodiversidad

Raquel Gutiérrez-Nájera
José Ángel Méndez-Rivera

## Introducción

La legislación ambiental define a la biodiversidad como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos, otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas" (SEDUE 1988); en términos simples, la biodiversidad de Colima implica la riqueza biótica del estado y sus interrelaciones.

Colima es ejemplo característico de una alta concentración de diversidad biológica dentro de un área relativamente pequeña. Estas condiciones, en lugar de representar una desventaja, constituyen oportunidades de manejo a través de la planeación ambiental de los recursos naturales, lo cual necesariamente se traduciría en la generación de riqueza para su población humana.

En efecto, una de las oportunidades de desarrollo de la entidad lo representa la variedad de sus ecorregiones, que van desde zonas marinas hasta zonas terrestres montañosas, además de la riqueza cultural de sus pueblos. Es así que Colima fue uno de los primeros estados en tratar de ordenar su territorio a través del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) en 1983. Sin embargo, ese esfuerzo no se ha reflejado en la conservación de sus recursos y la planeación de su territorio, en congruencia por ejemplo con la vocación natural del suelo y las unidades de gestión ambiental establecidas.

Gutiérrez-Nájera, R. y J.A. Méndez-Rivera. 2016. Protección jurídica de la biodiversidad. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 685-700.

Aunque significativamente más incipiente, otro de los instrumentos que se han utilizado en el estado para proteger la riqueza natural son las declaratorias de áreas naturales protegidas, compartiendo con Jalisco una de las reservas de la biosfera más importantes del país, como es la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán. La presente contribución identifica en principio a estos dos instrumentos como principales políticas para proteger la biodiversidad del estado.

En ese contexto, esta sección pretende analizar los ordenamientos jurídicos e instrumentos de política ambiental, dentro de los ámbitos internacional, federal, estatal y municipal, relativos a la protección jurídica de la variabilidad de los seres vivos, es decir, de la biodiversidad existente en la entidad. A la luz del diagnóstico de la biodiversidad, la meta es identificar aquellos insumos legales que permitirán plantear una estrategia jurídica para la conservación de la riqueza biótica del estado. Por lo tanto, se inicia analizando la normatividad en el ámbito internacional hasta llegar al ámbito municipal.

## I. La protección jurídica de la biodiversidad en el ámbito internacional

En el ámbito internacional se tienen varios instrumentos que protegen a la biodiversidad y que están integrados al sistema jurídico mexicano: el Convenio de Diversidad Biológica de Río de Janeiro, de 1992, el tratado de RAMSAR que protege los humedales a nivel internacional, y CITES que protege el tráfico de especies en peligro de extinción (Gutiérrez Nájera 2007), por mencionar solamente importantes ejemplos.

## II. La protección jurídica de la biodiversidad en el ámbito federal

### Generalidades

Una de las estrategias de conservación que en el ámbito federal ha sido pionera para la protección de la biodiversidad, se ha dado a través de las declaratorias de las áreas naturales protegidas (ANP). Con relación a la superficie cubierta del territorio nacional, las ANP más importantes son las reservas de la biosfera (49%), las áreas de protección de recursos naturales (17%), le siguen en importancia las áreas de protección de flora y fauna (26%), los parques nacionales (5.5%) y los santuarios y monumentos naturales (0.5%). El estado con mayor número de ANP decretadas es Chiapas (18), siguiéndole Estado de México (16), Michoacán y Veracruz (12), Jalisco (11) y Quintana Roo (10). Al considerar la superficie cubierta, a nivel nacional, Baja California tiene la mayor área decretada, seguida por Baja California Sur, Sonora, Chiapas, Campeche y Chihuahua (SEMARNAT 1994).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (SEDUE 1988), en su título segundo, artículo 46, prevé nueve categorías de manejo: reservas de la biosfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, santuarios, parques y reservas estatales, zonas de conservación ecológica municipales y áreas destinadas voluntariamente a la conservación. Sin embargo, el decreto (SEDUE 1988) que reformó la LGEEPA establece en su artículo 46 que se derogan las reservas especiales de la biosfera y los parques marinos nacionales, asimismo, se adicionan:

1) los parques y reservas estatales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales, y 2) las áreas destinadas voluntariamente a la conservación. Actualmente, en el ámbito federal el sistema nacional de áreas naturales protegidas está constituido por 176 ANP (CONANP 2015); existen 296 ANP estatales y 98 de carácter municipal (Bezaury-Creel *et al.* 2009a y b, CONANP 2015).

No obstante que se ha privilegiado la política ambiental de ANP para la protección de la biodiversidad en México, existe una variedad muy amplia de problemas que caracterizan a nuestro sistema de áreas naturales protegidas (Flores-Villela y Gerez 1994).

### Legislación federal aplicable a biodiversidad

En el ámbito federal existen diversos mecanismos para la protección de la biodiversidad: *a)* la regulación establecida en las propias leyes federales, es decir, aquella regulación que se impone para el ejercicio de los actos de autoridad; *b)* los instrumentos de política ambiental, como el ordenamiento ecológico territorial, la evaluación del impacto ambiental y las declaratorias de áreas naturales protegidas; *c)* mecanismos restrictivos para el aprovechamiento de recursos naturales en materia hídrica, como son las vedas, las zonas reglamentadas y las reservas de agua; y *d)* figuras penales federales para criminalizar conductas atentatorias a la biodiversidad.

El esquema anterior es complementado con las demás leyes generales, como la Ley de Bioseguridad y Organismos Modificados Genéticamente y las normas oficiales mexicanas, como es la NOM-059 (SEMARNAT 2010), que tiene que ver con la definición del estatus de conservación de las especies de flora y fauna silvestres, consideradas amenazadas, raras, de distribución restringida o en peligro de extinción. De igual manera, existe legislación complementaria derivada de las leyes agraria e indígena, sobre todo si se toman en cuenta los artículos 2 y 27 de la Constitución Política que garantiza los derechos que tienen las comunidades indígenas y agrarias sobre sus recursos naturales.

La LGEEPA contempla, en su objeto: "La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas" (SEDUE 1988), de igual manera alude a la necesidad de su aprovechamiento sustentable.

Las definiciones de las diferentes categorías de áreas naturales protegidas (reserva de la biosfera, parque nacional, monumento natural, área de protección de los recursos naturales, área de protección de flora y fauna silvestres y santuarios) están contenidas en la LGEEPA (SEDUE 1988), respecto a las categorías así como a sus actividades compatibles. Por su parte, la Ley de Aguas Nacionales contempla la realización de estudios justificativos para su establecimiento como ANP, tales como zonas reglamentadas, zonas de veda o reserva de agua, con los siguientes objetivos:

- Prevenir o remediar la sobreexplotación de los acuíferos.
- Proteger o restaurar un ecosistema.
- Preservar fuentes de agua o protegerlas contra la contaminación.
- Preservar y controlar la calidad del agua. Por escasez o sequía extraordinaria.

Adicionalmente, la protección de la biodiversidad en el ámbito federal se da también a través de otros mecanismos, tales como las normas oficiales mexicanas (NOM) y los instrumentos de política ambiental (cuadro 1). En otros casos, como el artículo 60 de la Ley General de Vida Silvestre (SEMARNAT 2000), se contemplan mecanismos de protección de tipos de ecosistemas particulares, tal es el caso de los manglares.

## III. La protección jurídica de la biodiversidad en el ámbito estatal

### Áreas de valor ambiental

La Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (Congreso del Estado 2002), en su artículo 93 establece como áreas de valor ambiental las siguientes: *a)* áreas de recuperación ecológica, *b)* parques ecológicos estatales y *c)* parques ecológicos municipales. Los dos primeros son competencia del Estado, mientras que el tercer tipo, como es evidente, compete a los ayuntamientos.

Las áreas de recuperación ecológica son aquellas en las que existen procesos acelerados de desertificación o degradación de ecosistemas (costeros, barrancas, bosques, bahías, lagunas, esteros, ríos, arroyos y otros cuerpos de agua, ya sea costeros o interiores), refiriéndose a áreas con jurisdicción estatal y que muestren señales de pérdida de recursos naturales o biológicos, o que presenten afectaciones irreversibles a los ecosistemas o a sus elementos.

Los parques ecológicos estatales y municipales son áreas con valor ambiental en las que predominan especies de flora arbórea y arbustiva, así como otras especies de vida silvestre asociadas y representativas de la biodiversidad regional. Estas áreas pueden albergar también especies introducidas, con la finalidad de contribuir a su valor ambiental, estético, científico, educativo, recreativo, histórico o turístico.

**Cuadro 1.** Normas oficiales mexicanas e instrumentos de política ambiental empleadas para proteger la biodiversidad a nivel federal. Fuente: elaboración propia.

| Instrumentos | Función |
|---|---|
| NOM-059 | Reglamenta las especies terrestres y acuáticas endémicas, raras, en peligro de extinción y sujetas a protección especial |
| NOM-022 | Reglamenta los humedales; normas emergentes relativas a proteger especies emblemáticas, como es el caso de la tortuga marina, la ballena y la mariposa monarca |
| OET | Define las áreas con valor ambiental y elevada biodiversidad e impone limitaciones al uso y aprovechamiento de los recursos naturales |
| Evaluación de impacto ambiental | Anticipa los impactos ambientales que obras o actividades puedan ocasionar en el ambiente |

### Áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal

La misma Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable de Colima establece, en su artículo 99 (Congreso del Estado 2002), que las áreas naturales protegidas tienen como principales objetivos:

- Preservar los ambientes naturales dentro de las zonas de asentamientos humanos y en su entorno, para contribuir a mejorar la calidad de vida de la población y mantener su equilibrio ecológico.
- Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres que habitan en los centros de población y áreas adyacentes.
- Asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas y sus elementos.
- Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio.
- Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas, que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio estatal, así como su preservación.
- Proteger los entornos naturales de zonas, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos, de importancia para la cultura e identidad estatal.
- Proteger sitios escénicos para asegurar la calidad del ambiente y promover el turismo alternativo.
- Proteger los recursos naturales, la flora y la fauna silvestre, terrestre y acuática, estableciendo viveros, criaderos y reservas para su conservación y preservación, sobre todo para aquellas especies en vías de extinción.

En el cuadro 2 se enlistan las categorías de áreas naturales protegidas de competencia estatal, así como su definición funcional. Según el artículo 109 de la misma ley (Congreso del Estado 2002), las áreas naturales protegidas podrán incluir, de manera parcial o total, predios sujetos a cualquier régimen de propiedad y quedarán sujetas a la condición de inafectables a que se refiere la legislación agraria.

### Protección estatal de flora y fauna

La Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable (Congreso del Estado 2002) que nos ocupa, prevé en su artículo 118, que el uso o aprovechamiento de la flora y fauna se sujetará a criterios de sustentabilidad que permitan garantizar la subsistencia de especies o subespecies, sin ponerlas en riesgo de extinción y procurando la regeneración de los ecosistemas, en la cantidad y calidad necesarias, para no alterar el equilibrio ecológico y las cadenas naturales. Los programas y actividades de forestación, reforestación, restauración o aprovechamiento de flora y fauna silvestres, procurarán la conservación y el desarrollo de las especies endémicas.

La misma ley prohíbe liberar y utilizar organismos genéticamente modificados dentro de la entidad federativa. Tales acciones deben contar con las autorizaciones expedidas por la autoridad competente y se realizarán siempre y cuando esté comprobado científicamente que no afectan al ambiente, la salud humana, la sanidad vegetal y animal, y en general a la biodiversidad y los ecosistemas.

Se hace hincapié en la necesidad de establecer la normatividad para evitar la contaminación del suelo y las alteraciones nocivas en los procesos

**Cuadro 2.** Ejemplos de programas federales y estatales para la protección y conservación de las especies. Fuente: SEMARNAT 2014.

| Categorías | Programa |
|---|---|
| A cargo de la SEMARNAT | Programa Especial de Cambio Climático (PECC)<br>Programa de Derechos Humanos del Sector Ambiental (PDHSA)<br>Programa de Jóvenes Hacia la Sustentabilidad Ambiental<br>Programa de los Pueblos Indígenas y Medio Ambiente, 2007-2012<br>Programa Hacia la Igualdad de Género y la Sustentabilidad Ambiental, 2007-2012<br>Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados<br>Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos<br>Programa Regional para la Frontera Norte |
| Programas de los órganos coordinados por la SEMARNAT | Programa Nacional Hídrico<br>Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas |
| Programas que otorgan apoyos y subsidios a cargo de la SEMARNAT | Igualdad de Género y Sustentabilidad Ambiental<br>Pueblos Indígenas y Medio Ambiente<br>Programa de Desarrollo Institucional Ambiental y Ordenamientos Ecológicos<br>Programa de Empleo Temporal (PET)<br>Fomento a la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)<br>Proyectos de Educación Ambiental, Capacitación para el Desarrollo Sustentable y Comunicación Educativa Ambiental<br>Liderazgo Ambiental para la Competitividad<br>Desarrollo y Ordenamiento Ambiental por Cuencas, Cuenca Lerma-Chapala<br>Prevención y Gestión Integral de Residuos<br>Pro Árbol (CONAFOR)<br>Procodes (CONANP)<br>Programa Agua Limpia (CONAGUA)<br>Agua Potable y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU)<br>Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales<br>Fondo Concursable para el Tratamiento de Aguas Residuales<br>Programa Forestal Federal Meseta Purépecha<br>Programa Especial para la Conservación, Restauración y Aprovechamiento Sustentable de la Selva Lacandona |

biológicos de los suelos, la contaminación del agua y el aire, y la preservación de especies que estén bajo algún estatus de riesgo.

Los árboles ubicados en bienes de dominio público, o incluso en propiedades de particulares, no podrán ser derribados o talados, salvo en los casos en que se requiera salvaguardar la integridad de las personas o sus bienes, y siempre y cuando sus propietarios, dependencias gubernamentales e instituciones públicas o privadas, cuenten con autorización de la autoridad

ambiental competente. Asimismo, se solicitará autorización en los casos de poda o trasplante de árboles en bienes de dominio público.

Toda persona que derribe un árbol en la vía pública, en bienes del dominio público o en propiedades de particulares, deberá restituirlo entregando a la autoridad ambiental competente los ejemplares que ésta determine, sin perjuicio de la aplicación de la sanción correspondiente, ello en caso de derribo sin autorización previa. Se equipara al derribo de árboles a cualquier acto que provoque su muerte.

### Protección a los animales

La ley estatal para la protección a los animales (Congreso del Estado 2011), establece en su artículo 36, que son propiedad de la nación los animales de cualquier especie que vivan libremente y que no hayan sido objeto de domesticación o mejoramiento genético, cualquiera que sea la fase de desarrollo en que se encuentren (incluyendo sus huevos o sus crías). Corresponde a las autoridades estatales y municipales, en auxilio de las federales, velar por su adecuada conservación, protección y aprovechamiento, para lo cual es necesaria la salvaguarda de especies con población crítica y el establecimiento de vedas periódicas, medidas todas ellas tendientes a lograr los objetivos de este precepto. Queda expresamente prohibida la caza de cualquier especie animal silvestre en el estado, dentro del término de la veda respectiva que se imponga.

### Desarrollo forestal sustentable

La Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable (Congreso del Estado 2006), establece en su artículo 22 los criterios de carácter ambiental y silvícola del programa estatal forestal:

- Mejorar la calidad de vida, en los centros de población, a través de actividades forestales tendientes a la conservación del suelo y de mantos acuíferos, disminución de la contaminación ambiental y a la construcción de espacios recreativos.
- Conducir el uso y aprovechamiento racional de los ecosistemas y plantaciones forestales comerciales, con la intención de construir una cultura de autosustentabilidad.
- Proteger, restaurar, conservar y aprovechar los recursos forestales para evitar su degradación.
- Construir una política de integración regional del manejo forestal, tendiente a conservar la biodiversidad de los ecosistemas, suelos forestales, especies endémicas y en peligro de extinción, así como el manejo sostenible de las cuencas hidrológicas.
- Combatir el tráfico, la extinción, apropiación y explotación ilegales de los recursos forestales, en todas sus vertientes.

Esta ley prevé en su artículo 60 que la reforestación que se realice con propósitos de conservación y restauración, así como las actividades de forestación y las prácticas de agrosilvicultura, en terrenos no degradados de vocación forestal, no requerirán de autorización y solamente estarán sujetas a lo dispuesto en las NOM, en lo relativo a no causar impactos negativos sobre la biodiversidad.

### Delitos ambientales estatales relacionados con la biodiversidad

El artículo 243 del Código Penal para el Estado de Colima (Congreso del Estado 2014), dispone que se impondrá pena de tres meses a cinco años de prisión, y multa de 100 a 15 mil unidades (salario mínimo), a quien ilícitamente auto-

rice, ordene o realice la descarga, depósito o infiltración de aguas residuales, líquidos químicos o bioquímicos, desechos o contaminantes (que causen daño al ambiente, a los recursos naturales o a la salud humana), en los suelos, subsuelos, ríos, cuencas, vasos y demás depósitos o corrientes de agua con jurisdicción estatal o municipal.

Cuando las aguas manejadas ilegalmente se encuentren depositadas, fluyan en o hacia un área de valor ambiental, o a un área natural protegida de competencia estatal o municipal, la pena de prisión aumentará hasta en un año y la económica hasta en cinco mil unidades, más lo previsto en el primer párrafo del presente artículo.

Asimismo, la legislación penal colimense establece que se impondrán de tres meses a seis años de prisión y multa de 100 a 15 mil unidades (salario mínimo), a quien ilícitamente:

- Dentro de un área de valor ambiental o un área natural protegida, destruya, corte, arranque, derribe, tale o cause la muerte de uno o varios ejemplares de la vegetación natural, o realice cambios de uso de suelo. Para los efectos anteriores se entenderá por vegetación natural al conjunto de plantas que se desarrollan libremente, dominadas por especies arbóreas, arbustivas o crasas, y que forman parte de una comunidad ecológica.
- No se aplicará pena alguna cuando sea un jornalero quien realice la actividad con fines de uso o consumo doméstico, dentro de su comunidad y sea la primera ocasión que realice dicha acción.
- Ocasione incendio dentro de un área de valor ambiental o de un área natural protegida, y que éste produzca daños al ambiente, a los recursos naturales o a la salud humana.
- Viole una medida de seguridad impuesta por la autoridad ambiental competente, con lo cual se propicien desequilibrios ecológicos o casos de contaminación con repercusiones negativas para el ambiente, los recursos naturales o para la salud pública.
- La misma legislación penal dispone que, se impondrán de tres meses a cinco años de prisión, y multa de 100 a 15 mil unidades (salario mínimo), a quien ilícitamente propague u ordene la propagación de plagas, parásitos o gérmenes nocivos que dañen al ambiente, a los recursos naturales o a la salud humana.
- Finalmente, el artículo 247 establece que, en la sentencia que se dicte por los delitos a que se refiere el capítulo penal ambiental, el juez podrá aplicar, adicionalmente, como parte de la reparación del daño, algunas de las siguientes penas:
- La realización de las acciones necesarias para restablecer las condiciones de los elementos naturales que constituyen los ecosistemas afectados, al estado en que se encontraban antes de realizarse el delito.
- La reincorporación de elementos naturales, ejemplares o especies de flora y fauna silvestre, a los hábitats de que fueron sustraídos, siempre y cuando su reincorporación no constituya un peligro al equilibrio ecológico o dificulte la reproducción o migración de especies de flora o fauna silvestres

## IIII. La protección jurídica de la biodiversidad en el ámbito municipal

En el título II de la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima, artículos 88 y 89 (Congreso del Estado 2006), para efectos de la competencia de los municipios en la protección de la biodiversidad, se consideran áreas y espacios verdes municipales los siguientes:

- Áreas rústicas. Son las tierras, aguas y bosques cuyo uso corresponde a las actividades del sector primario, de manera permanente, por lo que son susceptibles de aprovechamiento sustentable, agrícola, pecuario, piscícola o forestal.
- Áreas de prevención ecológica. Son las áreas en donde los ambientes originales no han sido alterados significativamente por la actividad humana y que por razones de carácter ambiental y equilibrio ecológico deben preservarse, precisando el grado de protección que les corresponde.
- Áreas de conservación ecológica. Son aquellas sujetas a decretarse como áreas de valor ambiental o áreas naturales protegidas.

En otro grupo de áreas de competencia municipal, relacionadas con la biodiversidad y los recursos naturales, se encuentran los recursos acuíferos que la ley ambiental colimense clasifica como:

- Áreas de protección de cauces y cuerpos de agua. Son aquellas requeridas para la regulación y el control de los cauces en los escurrimientos y vasos hidráulicos, tanto para su operación natural como para los fines de explotación agropecuaria y como suministro a los asentamientos humanos.
- Zonas de recarga de mantos acuíferos en áreas de influencia urbana. Son aquellas en predios no construidos, que por su ubicación reciben una precipitación pluvial superior a la media, para la región donde se localice, y que por las características de suelo y subsuelo son permeables para la captación de agua de lluvia, misma que contribuye a la recarga de los mantos acuíferos.

En un tercer grupo la ley considera como de competencia municipal las siguientes áreas de protección de biodiversidad:

- Parques urbanos, de barrio y jardines vecinales. Son los espacios verdes abiertos de uso público, ubicados en los centros urbanos o en sus zonas de influencia, que contribuyen a mantener el equilibrio ecológico y ofrecer espacios para el esparcimiento, recreación, el deporte o la cultura.
- Plazas cívicas con jardines o arboladas. Son los espacios verdes abiertos que no están ocupados por construcciones de uso público en las cuales se realizan eventos cívicos y sociales, y que contienen espacios limitados con árboles y arbustos.
- Espacios libres. Son aquellos que se encuentran en la vía pública, tales como banquetas, camellones, boulevares y áreas comunes de uso público, las cuales cuentan con cualquier cubierta vegetal.
- En el caso de las áreas y espacios verdes municipales, bajo las categorías de parques urbanos, barrio, jardines cívicos o áreas análogas establecidas en los programas municipales de desarrollo urbano, la legisla-

ción vigente no permite que sean alteradas en su superficie o que sean sujetas a cambio de uso de suelo, quedando prohibida la construcción de edificaciones con excepción de aquellas destinadas a su cuidado, fomento cultural o educación ambiental.

En el contexto de la anterior clasificación de las áreas municipales, la ley determina que corresponde a los ayuntamientos la preservación, protección, restauración, fomento, vigilancia y, cuando corresponda, la construcción, rehabilitación y administración de las áreas y espacios verdes municipales, evitando su erosión y deterioro ecológico. Todo lo anterior con la finalidad de mejorar el ambiente y la calidad de vida de todas las personas. Asimismo, al Ayuntamiento corresponde el mantenimiento, mejoramiento, podas, fomento y conservación de las áreas y espacios verdes municipales, acciones que deberán realizarse mediante técnicas y con especies apropiadas, de conformidad con los criterios, lineamientos y normatividad que para tal efecto expida la Secretaría de Desarrollo Urbano a través de su Dirección de Ecología. Además, los ayuntamientos procurarán el incremento de áreas y espacios verdes municipales en proporción equilibrada con los demás usos del suelo, en el ámbito urbano y en sus zonas de influencia, incorporándolas a los programas municipales de ordenamiento ecológico, territorial y de desarrollo urbano.

Sólo siete de los 10 municipios de Colima (SEGOB 2007) tienen reglamentadas las competencias y facultades que les otorga la ley en materia de biodiversidad: Colima, Coquimatlán, Cuauhtémoc, Ixtlahuacán, Manzanillo, Minatitlán y Villa de Álvarez. Los municipios de Armería (INEGI 2008), Comala y Tecomán (SEGOB 2007) no poseen la reglamentación relativa.

En el caso del municipio de Colima, en donde se localiza la capital del estado, se cuenta con dos reglamentos importantes: el Reglamento Interno de la Comisión Municipal de Ecología (Congreso del Estado 1997) y el Reglamento Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Municipio de Colima (Congreso del Estado 2003a). El primero da origen a la Comisión Municipal de Ecología, la cual tiene como objetivo fungir como órgano permanente de coordinación institucional entre el gobierno municipal y los otros dos órdenes de gobierno, así como órgano de concertación con los sectores de la sociedad civil en materia de ecología.

El Reglamento Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Municipio de Colima, en su artículo 11, determina que, el ambiente y la función que desempeñan los elementos de un ecosistema determinado son patrimonio común de la sociedad. También se establece que los recursos naturales, los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad ecológica. Se determina que debe estimularse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales, y se refieren los derechos preferenciales que tienen las comunidades rurales y los pueblos indígenas para el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de sus tierras y territorios. Finalmente, se reconocen los conocimientos tradicionales que poseen estos grupos, así como sus derechos a la propiedad intelectual y comercial sobre la biodiversidad.

En los municipios de Cuauhtémoc (Congreso del Estado 2009), Coquimatlán (Congreso del Estado 1995b) y Villa de Álvarez (Congreso del Estado 1999), sus respectivos reglamentos de preservación ambiental y del equilibrio ecológico establecen un sistema ambiental de áreas protegidas con propósitos tales como: *a)* preservar el ambiente natural en las áreas pobladas y en su entorno y mantener su equilibrio ecológico, lográndose establecer áreas de esparcimiento a fin de crear conciencia ecológica y, *b)* proteger la diversidad genética contenida en las variedades de especies, así como de los recursos de la fauna y flora silvestre, acuática y doméstica. Estas áreas naturales protegidas pueden adoptar las siguientes modalidades: parques urbanos, zonas sujetas a conservación ecológica y parques naturales municipales.

En el municipio de Villa de Álvarez (Congreso del Estado 2012), además se consideran los siguientes criterios para la protección y aprovechamiento de la flora y fauna silvestre y urbana:

- La preservación del hábitat natural de la flora y fauna del municipio, así como la vigilancia de sus zonas de reproducción.
- La preservación de los procesos evolutivos de las especies y sus recursos genéticos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del municipio a la protección e investigación.
- La protección y desarrollo de las especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, a fin de recuperar su estabilidad poblacional.
- El combate al tráfico ilegal de especies regionales y el control de la introducción de especies exóticas.
- El fortalecimiento de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre.
- La concertación con la comunidad para propiciar su participación en la conservación de las especies.
- El repoblamiento de las especies de la flora del municipio.

En el municipio de Minatitlán existe un Reglamento General del Parque Acuático El Salto (Congreso del Estado 2003c), el que establece en su artículo 1º: "El parque acuático El Salto, situado en las inmediaciones del municipio de Minatitlán, Colima, representa un atractivo más del municipio en su ámbito turístico; su creación y adaptaciones proyectan y representan la naturaleza del mismo, la preservación y conservación de la flora y fauna con las más estrictas reglas de mantenimiento, en coordinación con las autoridades estatales y federales en competencia con la materia". Asimismo, establece en otro de sus artículos que, toda persona que no labore en las instalaciones del parque acuático tendrá la calidad de turista y tendrá la obligación de respetar las reglas preestablecidas para dicho parque, mismas que serán plasmadas en lugar visible al público en general. Tales reglas incluyen guardar el orden, preservar el ambiente natural, no lesionar o matar la fauna, no dañar la flora, depositar la basura en los lugares y áreas destinadas para ese fin, hacer buen uso de las instalaciones y algunas otras que la administración crea conveniente establecer como normas, con el fin de preservar el entorno ecológico del municipio.

El Reglamento de Ecología del municipio de Manzanillo (Congreso del Estado 2003b), contiene un capítulo relativo a áreas y espacios verdes y áreas de valor ambiental, en el que se establecen los tipos de áreas y espacios verdes municipales: *a)* áreas rústicas, *b)* áreas de prevención ecológica, *c)* áreas de conservación ecológica, *d)* áreas de protección de cauces y cuerpos de agua, *e)* playas y riberas de ríos y arroyos que hayan sido desincorporados de la Federación, *f)* zonas de recarga de mantos acuíferos en áreas de influencia urbana, *g)* parques urbanos, de barrio y jardines vecinales, *h)* plazas cívicas con jardines o arboladas y, *i)* espacios libres en vía pública. Las áreas de valor ambiental son los parques ecológicos municipales, en los que predominan especies de flora arbórea y arbustiva, albergando también otras especies de vida silvestre, asociadas y representativas de la biodiversidad regional, así como especies introducidas que contribuyen a mejorar el valor ambiental, estético, científico, educativo, recreativo, histórico o turístico.

En el municipio de Ixtlahuacán, el Reglamento de Ecología y Medio Ambiente (Congreso del Estado 2010), establece un sistema ambiental de áreas protegidas con básicamente los mismos propósitos que los municipios de Cuauhtémoc, Coquimatlán y Villa de Álvarez. Las áreas naturales protegidas reconocidas en Ixtlahuacán son: parques urbanos, zonas sujetas a conservación ecológica y parques naturales municipales. Dicho reglamento posee también un capítulo relativo a la flora y fauna silvestres y urbanas, en el que se establece que es deber de todos los habitantes del municipio, y de las personas que se encuentren de manera transitoria en él, conservar la vida silvestre, quedando prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación. El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean hábitats de especies de flora o fauna silvestre, especialmente las que sean propias del municipio, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies. Asimismo, la dependencia ambiental municipal promoverá la creación, el seguimiento y vigilancia de criaderos y viveros de flora y fauna silvestres, en coordinación con otras dependencias concurrentes en materia ecológica.

## Conclusiones

Sin lugar a dudas es necesario diseñar una estrategia legislativa para la protección de la biodiversidad de Colima, a partir de la identificación de los instrumentos de política ambiental existentes en los tres niveles de gobiernos y mediante la homologación de algunos instrumentos con los que se puedan ejercer facultades concurrentes.

Podemos concluir que en los ámbitos estatal y municipal el instrumento que se utiliza para la protección de la biodiversidad, en el respectivo ámbito de gobierno, lo constituyen las áreas naturales protegidas. No obstante que Colima tiene el POET (SEMARNAT 2012), éste, en nuestra opinión, aún no ha sido utilizado como un instrumento eficaz de protección de la biodiversidad.

Una estrategia para conservar la biodiversidad del estado debe necesariamente partir del diagnóstico, base del estado actual de los recursos naturales. Ya contando con tal diagnóstico se requiere que un equipo multidisciplinario bus-

que la unificación de criterios respecto a los mecanismos que actualmente son utilizados para proteger la biodiversidad. La presente contribución establece los siguientes aspectos como prioritarios:

- Establecimiento de un sistema de ANP estatal e identificar la biodiversidad no protegida.
- Identificar las especies emblemáticas del estado que se protegen a través de las normas jurídicas emergentes de leyes (SEMARNAT 2010).
- Instrumentar y dar formalidad jurídica a las recomendaciones, criterios e implicaciones contenidas en los POET (SEMARNAT 2012), relacionados con la conservación de la biodiversidad.
- Promulgar la rigurosa implementación del procedimiento de evaluaciones de impacto ambiental (EIA) para proteger la biodiversidad, así como dar seguimiento a las medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales.
- Depurar la utilización del pago de servicios ambientales.

## Referencias


Bezaury-Creel J.E., J.F. Torres, L.M. Ochoa-Ochoa, *et al.* 2009a. *Base de datos geográfica de áreas naturales protegidas estatales, del Distrito Federal y municipales de México - Versión 2.0*. The Nature Conservancy/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). México.

———. 2009b. *Base de datos geográfica de áreas naturales protegidas municipales de México - Versión 2.0*. The Nature Conservancy (TNC)/CONABIO/CONANP. México.

CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2015. Áreas protegidas decretadas. En: <*http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/*>, última consulta: 3 de julio de 2015.

Congreso del Estado. 1985. Código Penal del Estado de Colima. Publicado el 27 de julio de 1985 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Última reforma publicada el 27 de junio de 2014. Texto vigente. En: <*http://info4.juridicas.unam.mx/adprojus/leg/7/217/*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

———. 2006. Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima. Publicada el 31 de marzo de 2006 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente.

———. 2006. Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Colima. Publicada el 2 de septiembre de 2006 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente.

———. 2011. Ley para la Protección a los Animales del Estado de Colima. Publicada el 31 de agosto de 2011 en el Periódico Oficial del Estado de Colima. Texto vigente.

———. 2012. Reglamento Municipal de Ecología y Protección Ambiental para el Municipio de Villa de Álvarez, Colima. Publicado el 26 de mayo de 2012 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://villadealvarez.gob.mx/transparencia/wp-content/uploads/2014/02/REGLAMENTO-DE-ECOLOGIA-NUEVO-2012_new.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

———. 2002. Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima. Publicada el 15 de junio de 2002 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente.

———. 2009. Reglamento Municipal de Ecología y Protección Ambiental para el Municipio de Cuau-

htémoc, Colima. Publicado el 10 de octubre de 2009 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente.

———. 2014. Código Penal del Estado de Colima. Publicado el 27 de julio de 2014 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente.

——— . 2010. Reglamento Municipal de Ecología y Protección Ambiental para el Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco. Publicado el 16 de agosto de 2010 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente.

Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo.* CONABIO/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.

Gobierno Congreso del Estado. 1997. Reglamento Interno de la Comisión Municipal de Ecología. Publicado el 6 de noviembre de 2006 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://colima.gob.mx/portal2014/wp-content/uploads/doctos/transparencia/Normatividad/Reg_comisionecologia.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

———. 2002. Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima. Publicada el 15 de junio de 2002 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Última reforma publicada el 31 de marzo del 2006. Texto vigente. En: <*http://www.imades.col.gob.mx/secciones/legislacion_archivos/ley_ambiental_estatal.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

——— . 2003a. Reglamento Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Municipio de Colima. Publicado el 18 de octubre de 2003 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Última reforma publicada el 29 de diciembre de 2010. Texto vigente. En: <*http://colima.gob.mx/portal2014/wp-content/uploads/doctos/transparencia/Normatividad/2Regambiental.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

——— . 2003b. El Reglamento de Ecología del municipio de Manzanillo. Publicado el 11 de enero de 2003 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://www.iaconsma.com/oficina_virtual/normatividad/colima18.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

——— . 2003c. Reglamento General del Parque Acuático El Salto de Minatitlán, Colima. Publicado el 15 de marzo de 2003 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente En: <*http://ordenjuridicodemo.segob.gob.mx/Estatal/COLIMA/Municipios/Minatitlan/MTTReg17.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

——— . 2005. Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Colima. Publicada el 19 de abril de 2005 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://www.pgjdf.gob.mx/fedapur/lesyes%20estatales2/Colima%20-%20Ley%20Forestal%20(feb%2009).pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

——— . 2009. Reglamento Municipal de Ecología y Protección Ambiental para el Municipio de Cuauhtémoc, Colima. Publicado el 10 de octubre de 2009 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://www.cuauhtemoc-col.gob.mx/transparencia/articulo13/fraccion2/marco/archivos/Reformas/reformas%20al%20reglamento%20de%20preservacion%20ambiental%20y%20del%20equilibrio%20ecologico.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

——— . 2010. Reglamento Municipal de Ecología y Protección Ambiental para el Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco. Publicado el 16 de agosto de 2010 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://www.ixtlahuacandelosmembrillos.gob.mx/transparencia/documentos/32_2_d_reglamentos/administracion%202010-2012/Reglamento%20Municipal%20de%20Ecologia%20y%20Proteccion%20Ambiental.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

———. 2011. Ley para la Protección a los Animales del Estado de Colima. Publicado el 31 de agosto de 2011 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Última reforma publicada el 15 de marzo de 2014. Texto vigente. En: <*www.congresocol.gob.mx/leyes/proteccion_animales.doc*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

Gutiérrez-Nájera, R. 2007. *Introducción al estudio del derecho ambiental.* Porrúa. México.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2008. Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. 2a ed. Aguascalientes. Aguascalientes. México.

Periódico Oficial El Estado de Colima. 2012. Reglamento Municipal de Ecología y Protección Ambiental para el Municipio de Villa de Álvarez, Colima. Publicado el 26 de mayo de 2012. Texto vigente.

———. 2002. Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima. Publicada el 15 de junio de 2002.

———. 2006. Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima. Publicada el 31 de marzo de 2006.

———. 2006. Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Colima. Publicada el 2 de septiembre de 2006.

———. 2009. Reglamento Municipal de Ecología y Protección Ambiental para el Municipio de Cuauhtémoc, Colima. Publicado el 10 de octubre de 2009.

———. 2010. Reglamento Municipal de Ecología y Protección Ambiental para el Municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jalisco. Publicado el el 16 de agosto de 2010.

———. 2011. Ley para la Protección a los Animales del Estado de Colima. Publicado en el suplemento del 31 de agosto de 2011.

———. 2014. Código Penal del Estado de Colima. Publicada el sábado 27 de julio de 2014.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1983. Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima.

———. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015.

SEGOB. Secretaría de Gobernación. 2007. Programa Sectorial de Gobernación. Publicado el 28 de julio de 2008 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1994. NOM-061-SEMARNAT-1994, Publicada el 9 de marzo de 1994 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <*http://www.cmic.org/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Varios/Leyes_y_Normas_SEMARNAT/NOM/Protecci%C3%B3n%20de%20Flora%20y%20Fauna/29.%201994.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

———. 2000. Ley General de Vida Silvestre. Publicada el 3 de julio de 2000 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 26 de enero de 2015.

———. 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010. Publicada el 30 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

———. 2012. Resumen Ejecutivo del Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Colima. En: <*http://www.colima-estado.gob.mx/transparencia/archivos/progrma_ordenamiento_ecologico_territorio.pdf*>, última consulta: 2 de julio de 2015.

———. 2012. Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima. Tomo 97, Colima. Publicado el 11 de agosto de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente.

———. 2012. Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima. Publicado el 11 de agosto de 2012

en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/actualizacion_2012/dec_poet_colima.pdf*, última consulta: 27 de julio de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. . 2012. Resumen Ejecutivo del Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Colima. En: <*http://www.colima-estado.gob.mx/transparencia/archivos/progrma_ordenamiento_ecologico_territorio.pdf*>, última consulta: 2 de julio de 2015.

# S10

## GESTIÓN AMBIENTAL

Isla Socorro. Foto: Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A. C./Banco de imágenes CONABIO.



# Resumen ejecutivo

Oscar Báez-Montes

La gestión ambiental de la biodiversidad tiene varias aristas o enfoques, donde la participación de la sociedad es lo más relevante. En este contexto se presenta información sobre los procesos de evaluación voluntaria sobre la gestión ambiental, denominados auditorías ambientales. Éstas tienen como objetivo evaluar el grado de cumplimiento en aspectos normados sobre acciones que pudieran provocar alteraciones al medio ambiente. Estas evaluaciones se enfocan en cinco esferas: residuos, agua, aire, infraestructura urbana y recursos naturales. Derivado de los resultados presentados resulta necesario que la mayoría de los municipios incluyan la esfera de los recursos naturales, donde se incluye el manejo de especies, diversidad, aprovechamiento y áreas naturales protegidas, entre otros. Este proceso puede pensarse como un manejo adaptativo de la gestión que conduzca al cumplimiento de los objetivos ambientales.

La formulación e implementación de políticas públicas para la conservación y uso de la biodiversidad son enmarcadas desde el nivel federal, éstas son relevantes ya que generan un parteaguas para su abordaje a una escala más fina de atención (estatal y municipal). En Colima, dentro del Plan Estatal de Desarrollo se ha reconocido un creciente interés y voluntad política para incluir temas que benefician a los recursos biológicos; sin embargo, a nivel municipal este abordaje es aún incipiente, por lo que los planteamientos nacionales se ven limitados en su instrumentación a nivel local. Un aspecto fundamental para el cumplimiento de metas es la coordinación entre los distintos órdenes de gobierno, particularmente en

Báez-Montes, O. 2016. Resumen ejecutivo de Gestión ambiental. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* conabio. México, pp. 703-704.

la ejecución de acciones y programas, así como contar con una estructura institucional encargada del cumplimiento de objetivos de protección y conservación.

En el municipio de Colima los esfuerzos de dos décadas se han centrado en contar con el sustento normativo en la materia, en acciones de mantenimiento del arbolado urbano, limpieza de cauces y declaración de áreas protegidas. Para lograr los objetivos se ha planteado una coordinación con diversos actores gubernamentales, académicos y de la sociedad civil. Su actuación puede tener mayor alcance si se define como ámbito de acción no sólo las áreas urbanas.

El seguimiento en la implementación del modelo de ordenamiento ecológico en la entidad ha correspondido a la Dirección de Ecología estatal, cuya injerencia aporta elementos para la toma de decisiones sobre proyectos y su compatibilidad con las aptitudes del territorio. De ese modelo se deriva un programa regional de ordenamiento ecológico y territorial de la subcuenca laguna de Cuyutlán, que considera parte de los municipios de Manzanillo y Armería, los cuales se documentan en este apartado.

La participación de la sociedad civil ha tenido intervenciones intermitentes y constantes desde las pasadas tres décadas, su papel ha sido fungir como una contraloría social ante los efectos que pudieran derivarse de proyectos sobre especies y ecosistemas, además, la sociedad se constituye como puente de enlace entre distintos actores (gubernamentales, ciudadanía, academia).

Algunos de los esfuerzos más sobresalientes se han centrado en la protección de ecosistemas frágiles como los manglares, o de relevancia regional como la laguna de Cuyutlán o la de Juluapan.

En el ámbito institucional académico la Universidad de Colima (UCOL), desde su creación ha impulsado iniciativas en el quehacer de la educación, investigación, vinculación y extensión universitaria. Algunas de las acciones fomentadas son el establecimiento de centros de educación ambiental no formal; generar capacidades a través de educación ambiental no formal, pero también formal; participar activamente en la generación de conocimiento mediante investigación; ofertar esquemas de participación de la comunidad universitaria en temas y problemáticas, así como mediante la comunicación y difusión de temas de la esfera ambiental. Estas acciones son impulsadas a través de un Centro Universitario de Gestión Ambiental. El compromiso de la UCOL se encuentra plasmado en sus políticas institucionales, donde se enuncia el compromiso en el aspecto ambiental, lo que también se vincula con la participación de sus académicos en diversos consejos técnicos ambientales, donde se toman decisiones de aprovechamiento de la diversidad biológica.

Este apartado representa una síntesis del quehacer social ante los retos que enfrenta la conservación biológica y su uso sustentable, y se documentan diversas experiencias que pueden coadyuvar en un futuro a un abordaje integral para el cumplimiento de las metas de conservación.

# Auditoría ambiental como instrumento de gestión para la conservación de la biodiversidad

Norma Lorena-Flores

## Introducción

Los principales factores antropogénicos que ponen en peligro la biodiversidad en Colima se relacionan con los sectores productivos agrícola, ganadero, industrial y turístico. Por otra parte, el inevitable proceso de urbanización o expansión de la mancha urbana también tiene consecuencias en la calidad del medio ambiente, en donde los procesos de degradación ambiental amenazan la viabilidad del desarrollo a largo plazo, el bienestar y la calidad de vida de la población, así como la supervivencia de innumerables especies y ecosistemas.

En este sentido, el sistema de gobierno de México tiene al municipio como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, estableciendo un sistema de concurrencia entre los tres órdenes de gobierno (municipio, estado y federación) y asignando objetivos particulares a cada una de estas esferas. Es así que el municipio no solamente tiene la obligación de cumplir con el marco normativo vigente, sino que adquiere el compromiso de ser un órgano rector para enfrentar las consecuencias ambientales producto de las actividades llevadas a cabo a escala local.

El marco jurídico que regula el desarrollo urbano municipal de Colima se compone de distintos ordenamientos legales, además de contar con el plan o programa de desarrollo urbano municipal y el plan director de centros de población y reglamentos municipales, como instrumentos para promover el desarrollo. Estos ordenamientos presentan un marco de referencia de la situación geográfica del municipio, incluyendo su

Lorena-Flores, N. 2016. Auditoría ambiental como instrumento de gestión para la conservación de la biodiversidad.
En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 705-709.

división política y la identificación de sus recursos naturales y están orientados hacia el control del crecimiento de los centros de población y el mantenimiento del equilibrio ecológico; sin embargo, no se cuenta con leyes, reglamentos y normatividades exclusivas para regular los aspectos ambientales dentro de esta esfera de competencia, por lo tanto se carece de un proceso o sistema de gestión ambiental a nivel municipal, bajo un esquema o modelo que permita la continuidad en las acciones y programas de mejoramiento ambiental.

Aun con estas carencias jurídicas, los municipios cuentan con autoridades legalmente constituidas, responsables de un territorio dentro del cual se desarrolla una problemática ambiental que irremediablemente incide en el bienestar y la calidad de vida de la población, así como en la supervivencia de muchas especies. Los siguientes son los servicios municipales sobre los cuales las autoridades tienen la responsabilidad de tomar decisiones para atender problemas diversos, siempre con base en los ordenamientos legales: manejo de residuos, abasto de agua, tratamiento y destino de aguas residuales, usos del suelo, crecimiento de la población urbana, ampliación de la frontera urbana, así como problemas y decisiones compartidas con otros municipios.



**Figura 1.** Termoeléctrica en Manzanillo. Foto: Patricia Ramírez Bastida/Banco de imágenes conabio.

## Programa Nacional de Auditoría Ambiental

Con la finalidad de fortalecer el desempeño y la gestión ambiental de los 10 municipios que conforman la entidad, éstos fueron integrados al Programa Nacional de Auditoría Ambiental (pnaa) coordinado por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (profepa), mismo que es voluntario y concertado con la autoridad federal. Este programa promueve el mejoramiento continuo del desempeño ambiental de los municipios, introduciéndose la auditoría como una herramienta que consiste en una revisión sistemática y exhaustiva para identificar, evaluar y controlar los procesos y prácticas que pudieran estar operando bajo condiciones de riesgo o provocando contaminación en el ambiente. Su finalidad es comprobar el grado de cumplimiento de los aspectos, tanto de los normados como los no normados, en materia ambiental (2007). Los procesos municipales a evaluar en forma integral son:

1. Manejo integral de residuos; que contempla la recolección, reciclaje, tratamiento y disposición de los mismos, incluyendo los residuos peligrosos de competencia federal.
2. Manejo integral de agua, que trata sobre la explotación, potabilización, suministro, tratamiento y sistema de drenaje y alcantarillado.
3. Administración de la calidad del aire; que considera los sistemas de monitoreo atmosférico, verificación vehicular, programas de vialidad, etcétera.
4. Recursos naturales; incluyendo el manejo de especies, diversidad, explotación, lo concerniente a áreas naturales protegidas, zoológicos, etcétera.
5. Infraestructura urbana; que se refiere al alumbrado público, mercados, panteones, rastros, parques, jardines y su equipamiento, centrales de abasto, pavimentación de calles y mantenimiento de caminos.

Las evaluaciones se realizan sobre una base geográfica definida, establecida por el municipio (todo el municipio, la cabecera municipal, una ciudad o población o un grupo de poblaciones), así como también sobre ciertos procesos que ocurren a escala municipal. Estas evaluaciones se llevan a cabo dependiendo de los recursos y presupuestos asignados a los municipios. El cuadro 1 muestra una lista de

**Cuadro 1.** Programa Nacional de Auditoría Ambiental. Procesos abordados por cada municipio de Colima. Fuente: elaboración propia con información de profepa 2007.

| Municipios | Procesos |
|---|---|
| Armería | Manejo integral del agua |
| Colima | Infraestructura urbana |
| Comala | Infraestructura urbana |
| Coquimatlán | Manejo integral de agua<br>Manejo integral de residuos peligrosos<br>Recursos naturales<br>Infraestructura urbana (rastros, parques, jardines y alumbrado público) |
| Cuauhtémoc | Manejo integral del agua |
| Ixtlahuacán | Manejo integral del agua<br>Infraestructura urbana (parques, jardines y alumbrado público) |
| Manzanillo | Manejo integral de residuos |
| Minatitlán | Manejo integral de agua<br>Manejo integral de residuos<br>Infraestructura urbana |
| Tecomán | Recursos naturales<br>Infraestructura urbana (parques, jardines, alumbrado público, mercados y talleres de mantenimiento) |
| Villa de Álvarez | Manejo integral de residuos |

los municipios y procesos que se integraron al programa.

Los alcances de la auditoría ambiental municipal se centran en las siguientes evaluaciones:

- Identificación de los residuos que se generan, determinando su peligrosidad, cantidad total y per cápita, composición, tiraderos, características del servicio y áreas de oportunidad.
- Caracterización de aguas residuales, de ingreso y descarga, tratamiento, pérdidas y sistema de distribución.
- Ordenamiento territorial y recursos naturales, antecedentes de planes de desarrollo urbano, grados de deterioro actual de los recursos y alternativas de conservación.
- Contaminación y calidad del aire, evaluación de fuentes móviles y fijas.
- Zonas de riesgo, áreas de susceptibilidad a la ocurrencia de fenómenos de desastres naturales.
- Gestión ambiental municipal.

Como se puede observar en el cuadro 1, desafortunadamente no ha sido posible que los 10 municipios lleven a cabo todos los procesos municipales que evalúa la auditoría ambiental, y la mayoría de ellos no integró el proceso que abarca a los recursos naturales. De esta manera, la certificación de calidad ambiental municipal sólo evaluó el desempeño y la gestión ambiental de algunos de los procesos municipales, sumándose a la revisión general de los planes o programas municipales de desarrollo urbano. Ello provoca que no se obtengan todos los beneficios que ofrece la auditoría ambiental, sobre todo en cuanto al cumplimiento de la legislación ambiental vigente. Así, es muy difícil construir un sistema de gestión ambiental, definido como un "proceso cíclico de planificación, implantación, revisión y mejora de los procedimientos y acciones que lleva a cabo una organización para realizar su actividad, garantizando el cumplimiento de sus objetivos ambientales" (Rodríguez Becerra y Espinoza 2002).

Las auditorías se llevan a cabo en tres etapas; planeación, ejecución y postauditoría (SEMARNAT 2007). Los 10 municipios de Colima se encuentran dentro de la etapa denominada postauditoría, a partir de la cual se firma el plan de acción y convenio, dando seguimiento puntual a todos y cada uno de los compromisos contraídos, aunque no se hayan concluido. El 26 de julio de 2007 se hizo la entrega oficial del Certificado de Cumplimiento Ambiental, únicamente al municipio de Colima, hecho que le permitirá a ese municipio utilizar esa marca registrada para el proceso de infraestructura urbana.

Los problemas que se detectaron en esa auditoría ambiental del municipio de Colima fueron en materia de residuos peligrosos, riesgo ambiental y otros. La auditoría concluyó: "… las actividades que realiza el municipio en materia ambiental, así como los recursos materiales y capacitación con que cuenta, no son suficientes para mantener la operación de las instalaciones en condiciones consideradas favorables hacia el medio ambiente, la población y sus bienes. En materia de capacitación y atención a emergencias, la organización o dirección relacionada con obras públicas (vialidades, parques y jardines, mercados, panteón y alumbrado) no cuenta con personal e instrumentos de apoyo en estas áreas y los recursos materiales tampoco son suficientes"

(PROFEPA 2007). Estos resultados son útiles y deben ser considerados dentro de los programas de presupuestos en la entidad. Situaciones similares suceden con el resto de los municipios.

## Conclusiones

Los beneficios que brindan las auditorías ambientales de los municipios no se refieren exclusivamente al cumplimiento ambiental, toda vez que también identifican y ordenan el crecimiento urbano, promueven la inversión de la gran industria, mejoran la percepción de la ciudadanía hacia las autoridades, proporcionan una mejor imagen pública, trascienden las administraciones con visión de mediano y largo plazo, abren la posibilidad de acceso a financiamientos nacionales o internacionales y, sobre todo, la autoridad pone el ejemplo para que junto con la sociedad se genere una nueva cultura ambiental. Las auditorías ambientales son procesos útiles y necesarios que deben ser utilizados como una herramienta de conservación de la biodiversidad en los diferentes municipios de Colima.

## Referencias


Rodríguez-Becerra, M. y G. Espinoza. 2002. *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe.* Banco Interamericano de Desarrollo, Departamento de Desarrollo Sostenible, División de Medio Ambiente. Washington, D.C., Estados Unidos de América.

PROFEPA. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. 2007. Certificado de Cumplimiento Ambiental al municipio de Colima.

# Identificación de estrategias, programas y acciones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el sector público

Angélica Patricia Ruiz-Montero

María Zorrilla-Ramos

## Introducción

Para documentar la identificación e implementación de las estrategias y acciones prioritarias para la conservación de la biodiversidad, por parte del sector público, se deben abordar dos aspectos centrales: *a)* las políticas públicas de todos los sectores que se desarrollan en el estado, incluyendo programas y acciones federales, estatales y municipales, que armonizadas puedan llevar al manejo y conservación de la biodiversidad y *b)* las actividades del sector académico. El análisis que a continuación se presenta tiene tres elementos. El primero es la documentación de los instrumentos de planeación, a nivel federal, estatal y municipal, vinculados directamente con la conservación de los recursos naturales. El segundo es la descripción general de las políticas públicas, tanto federales como estatales, de los diferentes sectores que tengan relación con el manejo y conservación de la biodiversidad. Un tercer elemento por analizar, busca identificar cuáles políticas públicas específicas pueden ser instrumentadas para fortalecer la gestión de la biodiversidad.

## Biodiversidad y planeación

La conservación de la biodiversidad es considerada como una prioridad, tanto en la planeación federal como en la estatal, dentro de los dos instrumentos más importantes para el establecimiento de las políticas de desarrollo se cuentan: el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 (Gobierno de la República 2013), y los planes estatales de desarrollo del estado para los



Ruiz-Montero, A.P. y M. Zorrilla-Ramos. 2016. Identificación de estrategias, programas y acciones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el sector público. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 710-716.



**Figura 1.** Estero El Chupadero, Tecomán, Colima. Foto: Patricia Ramírez Bastida/Banco de imágenes CONABIO.

periodos 2004-2009 (Gobierno de Colima 2004) y 2009-2015 (Gobierno de Colima 2009). De estos documentos se retoman aquellos apartados en donde hay mención directa de la biodiversidad; además, se suman los objetivos de los planes municipales de desarrollo.

## Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2016

El actual PND (Gobierno de la República 2013) tiene como uno de sus objetivos el desarrollo integral del país, que anota así: "Impulsar y orientar un crecimiento verde, incluyente y facilitador, que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo" (Gobierno de la República 2013). Para lograr el cumplimiento de dicho objetivo en el PND se enumeran las siguientes estrategias:

**Estrategia 4.1.** Implementar una política integral de desarrollo que vincule sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.

**Estrategia 4.2.** Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.

**Estrategia 4.3.** Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

**Estrategia 4.4.** Proteger el patrimonio natural.

Estos enunciados reflejan un reconocimiento expreso de la importancia en la transversalidad de las políticas públicas para lograr la sustentabilidad ambiental, y la voluntad de la Federación de trabajar con los estados y municipios. La necesidad de incrementar el conocimiento sobre la biodiversidad del país, es un aspecto fundamental para apoyar la toma de decisiones e instrumentar acciones efectivas en materia de conservación y desarrollo sustentable. Se identifica como prioridad la protección de los centros de origen de la biodiversidad, pugnando para que su utilización sustentable redunde en beneficios

directos hacia las comunidades poseedoras de dicha riqueza, la cual no solamente se limita a los recursos naturales materiales, sino a los conocimientos tradicionales utilizados en su aprovechamiento y conservación. Finalmente, se define la urgencia para rescatar o recuperar las especies amenazadas o en peligro de extinción y aquellas con valor cultural o económico (Estrategia 4.4).

## Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Colima 2004-2009

El Ejecutivo del estado también consideró al ambiente como una prioridad y en el Plan Estatal de Desarrollo planteó la preservación del ambiente, como uno de los ocho objetivos estratégicos. Este objetivo estratégico tuvo como meta principal: "lograr un ordenamiento sustentable de los ecosistemas y la diversidad biológica, para evitar la degradación ambiental en la entidad y salvaguardar los intereses de las generaciones venideras" (Gobierno de Colima 2004).

Por otra parte, para cumplir con dicho objetivo se planteó como eje estratégico la sustentabilidad y el ordenamiento territorial, y se mencionó como un punto necesario: "revertir las tendencias de la pérdida del capital natural, mediante la creación y aplicación de los modelos de desarrollo regional" (Gobierno de Colima 2004). Dentro de estas estrategias y líneas de acción se encontraba también la promoción de la conservación de la cobertura vegetal, la incorporación de prácticas de conservación y restauración de suelos y el incremento de la superficie forestal, acciones orientadas a la promoción de la conservación de la biodiversidad del estado.

## Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Colima 2009-2015

En el periodo 2009-2015, el Ejecutivo del Estado ha marcado una visión de desarrollo muy ambiciosa: "Seremos el estado con mayor calidad de vida de la República Mexicana en el año 2015 y para el 2030 estaremos compitiendo con las regiones del mundo que tengan los mejores indicadores al respecto" (Gobierno de Colima 2009). En este sentido, el Ejecutivo considera a la conservación y al manejo sustentable de los recursos naturales como parte indispensable para alcanzar una mayor calidad de vida. Por primera vez en la historia de la gestión ambiental de Colima, el Plan Estatal de Desarrollo dedica un capítulo a aspectos de medio ambiente: se integran los temas de desarrollo urbano sustentable, aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, biodiversidad, agua potable y saneamiento, cultura y cuidado del agua, regulación, protección y gestión ambiental, residuos sólidos, ordenamiento ecológico y territorial y, finalmente, educación y cultura ambientales (Gobierno de Colima 2009).

En la temática de biodiversidad queda manifiesta la prioridad del Ejecutivo por establecer un documento rector que incluya las estrategias y acciones concretas a desarrollar en la materia, siendo la primera de sus metas la elaboración del programa estatal sobre la biodiversidad. Asimismo, se muestra el compromiso para proteger aquellas zonas identificadas por su calidad ambiental e importancia como hábitat y refugio de la vida silvestre, como es el caso del Corredor Biológico Manantlán-Manzanillo.

Otra consideración importante es la educación ambiental, la cual tiene como objetivo formar y

consolidar, desde tempana edad, la cultura, la conciencia y el compromiso para la protección y cuidado del medio ambiente. Como factor estratégico del desarrollo integral de todos los educandos de educación básica destacan los proyectos ambientales de preescolar "Juega, explora y aprende"; de primaria "Mi escuela ecológica" y; "Tu mundo es nuestro mundo" de secundaria. Estos programas abordan de manera significativa el aspecto de rescate de áreas verdes y la conservación de los recursos naturales, como acciones locales para contrarrestar los posibles efectos negativos del cambio climático (Gobierno de Colima 2009).



**Figura 2.** Destacan los proyectos ambientales de preescolar "Juega, explora y aprende", de primaria "Mi escuela ecológica", y de secundaria "Tu mundo es nuestro mundo". Foto: Laura Rojas Paredes/ Banco de imágenes CONABIO.

## Análisis de políticas públicas sectoriales

Para llevar a cabo este análisis, un primer aspecto a desarrollar fue la exploración de la relación directa que existe entre ciertas políticas sectoriales y el uso y aprovechamiento de los recursos naturales. El cuadro 1 muestra aquellos sectores que se han identificado como los de mayor relevancia en el uso y conservación de los recursos naturales.

Una primera reflexión es que en México todos los sectores cuentan con instrumentos de políticas públicas, los cuales combinados y articulados de manera adecuada pueden potencialmente alcanzar metas para la sustentabilidad. Sin embargo, si cada sector actúa aisladamente, el resultado es la desarticulación de esfuerzos, con lo cual se acaba afectando negativamente al territorio, sus recursos y la sociedad.

Las políticas públicas reflejan las formas en las que un gobierno utiliza todos sus instrumentos, recursos y personal, para actuar sobre la realidad. Si bien las políticas cambian con las administraciones y sus tiempos de gestión, es necesario ubicar tendencias que vayan más allá de los tiempos de los gobiernos. Las políticas de sustentabilidad, enmarcadas en la política ambiental, han ido ganando espacio en México a partir de los años ochenta, y más claramente en la década de los noventa; actualmente, el reto es que todos los sectores las incluyan en su quehacer.

Nuestra atención se centra en las políticas enfocadas tanto al manejo como a la conservación y mejoramiento de la calidad de recursos naturales y el ambiente. A nivel federal, los planes y programas están a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y en lo que respecta a áreas naturales protegidas de carácter federal, a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). En lo referente a la investigación para la gestión, aprovechamiento y conservación, se cuenta con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso

**Cuadro 1.** Sectores e instituciones relacionados con el uso y conservación de los recursos naturales. SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales); IMADES (Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Colima); SEDUR (Secretaría de Desarrollo Urbano); CONAFOR (Comisión Nacional Forestal); SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación); SEDER (Secretaría de Desarrollo Rural) y SECTUR (Secretaría de Turismo).

| Sector | Principales características en la región | Entidades del gobierno federal y estatal responsables de las políticas públicas |
|---|---|---|
| Biodiversidad y conservación | El estado tiene alto potencial para la conservación de la biodiversidad, principalmente en el bosque, la selva baja y en los humedales. | Federal: SEMARNAT<br>Estatal: IMADES |
| Forestal, pesca y suelo | Estos temas son prioritarios para la conservación; sin embargo, no han sido trabajados de manera amplia, desde la perspectiva de la biodiversidad. Las acciones de conservación de suelo son imprescindibles para evitar el aumento de la calidad ecológica y, por otra parte, hay un gran potencial para la actividad forestal, tanto maderable como no maderable. Con respecto a la pesca se trata de una actividad extractiva con un importante impacto en los ecosistemas costeros y marinos. | Federal: CONAFOR (forestal y suelo) y SAGARPA (suelo y pesca)<br>Estatal: SEDER |
| Aprovechamiento turístico | El Estado tiene identificadas áreas de oportunidad, tanto para el turismo alternativo como para el turismo tradicional. Éste representa una importante alternativa de desarrollo económico para los habitantes. | Federal: SECTUR<br>Estatal: SECTUR<br>Municipal: cada municipio tiene su área. |

de la Biodiversidad (CONABIO) y el Instituto Nacional de Ecología (INE). El cuadro 2 enlista ejemplos de programas nacionales federales para la protección y conservación de especies.

## Conclusiones

A nivel estatal la política ambiental está a cargo de la Dirección de Ecología, dependiente de la Secretaría de Desarrollo Urbano. Esta dirección tiene a su cargo la instrumentación de la política ambiental a nivel estatal; sin embargo, no tiene establecidos dentro de su organización esquemas o programas específicos para la conservación y uso de la biodiversidad. En lo referente a políticas para restauración de ecosistemas degradados, tampoco existen programas específicos, si bien existen acciones de reforestación o de sanidad forestal esto no implica programas de restauración ecológica; lo mismo ocurre en el caso de suelos degradados.

**Cuadro 2.** Ejemplos de programas federales y estatales para la protección y conservación de las especies. Fuente: elaboración propia con información de SEMARNAT, CONANP e INAPESCA.

| Programa | Propósito | Dependencia responsable |
|---|---|---|
| Sistema de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre | Ofrecer alternativas de diversificación productiva, mediante el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos de la vida silvestre | SEMARNAT. Dirección General de Vida Silvestre |
| Proyectos de recuperación de especies en riesgo | Desarrollo de proyectos de rescate de algunas especies silvestres consideradas prioritarias | SEMARNAT |
| Áreas naturales protegidas | Conservar el patrimonio natural de México fomentando una cultura de la conservación y el desarrollo sustentable | CONANP |
| Programa Nacional de Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos | Es un sistema para asesorar sobre el manejo de los mamíferos marinos y pretende vincular los esfuerzos de investigación | INAPESCA |
| Programa Nacional para la Protección y Conservación de la Tortuga Marina | Desde 1986 incluye acciones de protección y conservación, investigación, inspección y vigilancia, educación ambiental y capacitación | SEMARNAT |

Finalmente, hay que anotar que son muchos los temas ausentes que hace falta incorporar por parte de las políticas públicas en todos los sectores. De particular importancia es el tema del suelo, ya que se tienen políticas y presupuesto para el agua, para los recursos forestales, para la vegetación o para el aire, pero el tema del suelo sólo se considera en los componentes de algunos programas.

No existe aún una estrategia nacional o estatal, que sea lo suficientemente agresiva para atacar el problema del deterioro del suelo, proceso que repercute no sólo en la productividad y en la infraestructura, sino en las dinámica ecológica de los propios ecosistemas y la diversidad biológica con la que interactúa. Como se puede constatar existen estrategias, programas y acciones, en todos los niveles de gobierno, que consideran en diferente grado y detalle la conservación de la biodiversidad. Es importante mantener este tema en las principales políticas públicas y garantizar mecanismos para alcanzarlos y así cumplir con sus objetivos.

## Referencias

Gobierno de Colima. 2004. Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Colima para los periodos 2004-2009.

Texto vigente. En: <*http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/COLIMA/Planes/COLPLAN01.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

———. 2009. Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Colima 2009-2015. Texto vigente. En: <*https://www.finanzas.col.gob.mx/ped20092015/4CompromisoconlaGobernabilidaddemocraticaOrdenySeguridad.pdf*>, última consulta: 27 de julio de 2015

Gobierno de la República. 2013. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018. Publicado el 20 de mayo de 2013 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <*http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299465&fecha=20/05/2013*>, última consulta: 27 de julio de 2015.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2014. Programas. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/programas*>, última consulta: 6 de julio de 2015.

# La Dirección de Ecología del municipio de Colima en la gestión ambiental para la conservación de la biodiversidad

Jaime Jiménez Covarrubias

## Introducción

En el municipio de Colima se encuentra la capital de esta misma entidad, con una superficie de 750.52 km$^2$ que representa 13% de la superficie estatal y en la que residían 146 904 habitantes en el 2010 (INEGI 2011), lo que corresponde a casi una cuarta parte de la población estatal (22.6%). En el municipio de Colima 6.6% de la población habita en las localidades rurales, el restante 93.4% vive en la zona urbana (Universidad de Colima 2007), por ello, el papel de la gestión ambiental municipal se ha enfocado principalmente en atender y dar solución a los problemas urbanos vinculados con el uso de los recursos naturales, esos son los retos que conlleva el crecimiento de la principal ciudad en el estado. Su posición entre las provincias de la Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico Transversal le proporcionan una variedad de paisajes (valles, lomeríos, mesetas y cañadas), con la predominancia de un clima cálido-subhúmedo, con precipitaciones desde los 650 hasta 1 230 mm en promedio (INEGI 2006), con presencia de bosques tropicales subcaducifolios, así como de bosques de *Quercus*.

El concepto de sustentabilidad se ha instalado en el municipio de Colima como un eslabón obligado y fundamental en la cadena de relaciones entre la sociedad, el desarrollo económico y los recursos naturales, centrando los debates y reflexiones en la valoración adecuada del ambiente y de la utilización responsable de los recursos renovables y no renovables, para que con ello se pueda asegurar la posibilidad de su uso a largo plazo (Ayuntamiento Constitucional de Colima 2011).

Jiménez, C.J. 2016. La Dirección de Ecología del municipio de Colima en la gestión ambiental para la conservación de la biodiversidad. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 717-720.

## La Dirección de Ecología del Ayuntamiento de Colima

La dirección del municipio de Colima fue fundada en 1995 bajo la denominación de Departamento, siendo presidente municipal el ingeniero Héctor Arturo Velasco Villa, durante el periodo 1995-1997. Las actividades que ha desarrollado esta dirección para la conservación de la biodiversidad del municipio incluyen: *a)* contar con un marco normativo actual que a nivel municipal regule las atribuciones y responsabilidades en materia ambiental (incluyendo los relacionados con la conservación y uso sustentable de la biodiversidad); *b)* acciones de reforestación urbana; *c)* alternativas de manejo de residuos sólidos urbanos, a través de la generación de composta; *d)* saneamiento del arbolado urbano; *e)* autorizaciones de poda; *f)* limpieza de cauces y *g)* declaración de áreas protegidas (Ayuntamiento de Colima 2003; cuadro 1).

## Lecciones aprendidas, retos y oportunidades

En materia de protección de la biodiversidad, la participación coordinada entre los distintos niveles de gobierno, organizaciones sociales, empresas, universidades, centros de investigación, comunidades, usuarios de los recursos y sociedad en general, se considera como un factor determinante para lograr dicha sustentabilidad. Las demandas del crecimiento urbano y la contaminación que éste conlleva, afectan la diversidad biológica a través del cambio de uso de suelo y remoción de la vegetación nativa, para establecer nuevos fraccionamientos y proyectos vinculados con el desarrollo urbano.

La propuesta que ha generado la Dirección de Ecología de Colima, ante estos problemas, es reforestar con especies urbanas, promoviendo la protección de los márgenes de los ríos, colocar las áreas verdes de los fraccionamientos de manera que colinden con ríos, distribuidas de forma paralela a la zona federal, de tal manera que al final se protege un área natural de cauce en ambos márgenes, propia para el desarrollo y mantenimiento de la flora y la fauna, al mismo tiempo de constituir una zona de amortiguamiento en caso de fuertes avenidas de agua y promover la formación de parques lineales. Las acciones de saneamiento realizados incluyen un total de ocho ríos y arroyos y su lago, en los que además se han recolectado 73 toneladas de basura, ramas y cacharros. La longitud de los ríos y arroyos saneados se estima en aproximadamente 70 km. Sumado a lo anterior se dan cursos de educación ambiental para la conservación de los recursos naturales, por ejemplo: verano ecológico, manejo de residuos sólidos, elaboración de composta y reciclado.

Uno de los instrumentos más importantes de conservación de la biodiversidad es la declaratoria de áreas protegidas, habiéndose declarado dos parques ecológicos en el municipio de Colima. Actualmente, la ciudadanía se está involucrando cada vez más en los temas ambientales, demandando un mejoramiento en el cuidado del ambiente, es por ello que la Dirección de Ecología ha dado mayor importancia a sus programas, año con año, por lo que busca estar a la vanguardia en todos los avances para su cuidado, contando con personal profesional y con una capacitación continua para satisfacer adecuadamente esta demanda de los habitantes del municipio de Colima.

**Cuadro 1.** Acciones y programas realizados por la Dirección de Ecología. Fuente: elaboración propia con información de Dirección de Ecología y Protección Civil del Ayuntamiento de Colima 2006-2009.

| Acciones | Programas | Objetivos |
|---|---|---|
| Marco jurídico | Reglamento de Protección Ambiental (1996)<br>Reglamento Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Municipio de Colima (2003) | Regular el manejo de flora y fauna en el municipio. |
| Reforestación | Programa de reforestación permanente (2004) | Repoblar los espacios urbanos con especies adecuadas al sitio.<br>Distribuir plantas en los 73 parques y jardines existentes en el área urbana y los 21 del área rural.<br>Dar mantenimiento al arbolado plantado de manera que se garantice su supervivencia.<br>Producir plantas para ser utilizadas en los programas anuales de reforestación, que incluyen 80 especies tanto nativas como de ornato. |
| Producción de composta | Programa de manejo de ramas | Disminuir la producción de residuos urbanos.<br>Aumentar la vida del relleno sanitario.<br>Producir composta para aplicarse en parques, jardines y camellones.<br>Mejorar la fertilidad del suelo y restablecer los componentes de los ciclos biogeoquímicos, mejorando las condiciones para la flora y por consiguiente de las especies de fauna. |
| Saneamiento de arbolado | Programa de saneamiento de arbolado urbano (2003) | Controlar las plagas de insectos chupadores en parotas *(Enterolobium cyclocarpum)*, nance *(Byrsonima crassifolia)*, almendro de ornato *(Terminalia catappa)* y guayabo *(Psidium guajava)*.<br>Aplicar tratamiento para árboles enfermos por hongos, mediante inoculación en el suelo del hongo *Trichoderma harzianum* que funciona como control biológico, en los árboles de tabachín *(Delonix regia)*, camichín *(Ficus padifolia)* e higuera *(Ficus obtusifolia)*. |
| Autorizaciones de poda | | Regular el manejo de la flora urbana para evitar los daños generados por los árboles, como levantamiento de banquetas, afectación al sistema hidráulico, cableado eléctrico, humedecimiento de viviendas, invasión de ramas, accidentes u otros daños materiales. |
| Limpieza de ríos | Programa de saneamiento de ríos y arroyos (2006) | Sanear ríos, arroyos y lagos, recolectar basura, ramas y cacharros. |
| Áreas protegidas | Declaratorias de ANP | Declarar parques ecológicos en el municipio. |

## Referencias


Ayuntamiento Constitucional de Colima. Dirección de Ecología, Administración 2006-2009.

———. Dirección de Ecología, Administración 2009-2012.

———. Protección Civil, Administración 2006-2009.

———. 2003. Reglamento Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Municipio de Colima. Publicado el 18 de octubre de 2003 en el Periódico Oficial El Estado de Colima Texto vigente. En: <*http://www.colima.gob.mx/2010/upl/sec/transparencia/i/normatividad/reformas/REGAMBDESSUST18OCT03.pdf*>, última consulta: 28 de septiembre de 2012.

———. 2012. Segundo Informe de Gobierno 2009-2012. Lic. José Ignacio Peralta Sánchez, Presidente Municipal de Colima. Publicado el 30 de noviembre de 2011 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente En: <*http://www.colima.gob.mx/2010/upl/sec/transparencia/x/informes/informegobierno2.pdf*>, última consulta: 28 de septiembre de 2012.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2006. Cuaderno Estadístico Municipal de Colima, Estado de Colima. En: <*http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem06/estatal/col/m002/index.htm*>, última consulta: 28 de septiembre de 2012.

———. 2011. México en cifras. En: <*http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/*>, última consulta: 28 de septiembre de 2012.

UCOL. Universidad de Colima. 2007. Estudio de vocacionamiento económico del municipio de Colima. Facultad de Economía. En: <*http://siic.ucol.mx/Archivos_prov%5CEstudio%20de%20vocacionamiento%20economico%20Municipio%20de%20Colima%202007.pdf*>, última consulta: 28 de septiembre de 2012.

# Ordenamiento ecológico como estrategia de gestión del territorio

Fernando Nieves-Ventura

## Introducción

Dentro de los principales atributos de gestión del ordenamiento ecológico destaca su visión prospectiva, en la cual se refuerza el carácter preventivo de la política ambiental, ayudando a minimizar de manera sustancial costos futuros mediante la construcción de escenarios y pronósticos basados en la aptitud, vocación y detección de conflictos de uso del territorio (SEMARNAT 2000).

Los conflictos del uso del suelo se derivan del antagonismo entre las aptitudes de uso del territorio y determinados usos actuales, los cuales resultan incompatibles con las capacidades y propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Los conflictos del uso del suelo reflejan también una falta de capacidad para aprovechar la vocación de los suelos, ya sea sub o sobreutilizándolos. El deterioro del suelo, determinado por usos incompatibles, puede redundar en daños irreversibles, lo cual hace necesario clasificar los suelos de acuerdo a sus niveles de fragilidad, tomando en consideración las condiciones del territorio para la asimilación de impactos antropogénicos (SEMARNAT 2000). De la misma manera, la calidad ecológica es otro concepto estrechamente relacionado con mediciones del uso inadecuado del territorio, el cual muestra básicamente el nivel o estado de deterioro de los recursos naturales, asociados a un ecosistema determinado (SEMARNAT 2000).

Uno de los objetivos que persigue el ordenamiento ecológico del territorio (OET), es la identificación de zonas que presentan conflictos de uso de

Nieves-Ventura, F. 2016. Ordenamiento ecológico como estrategia de gestión del territorio. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 721-726.

suelo, lo que representa un paso importante para focalizar esfuerzos hacia la estructuración de programas de desarrollo o conservación, es decir, proporcionar atención a las áreas identificadas como prioritarias para la protección, conservación y restauración de los recursos naturales (Arriaga y Córdova 2006).

Específicamente, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de Colima (POET) (SEDUE 1993 y SEMARNAT 2012) retoma estos planteamientos, necesarios en la búsqueda de la armonía entre el desarrollo socioeconómico de la población, la integridad y la preservación de los ecosistemas, representativos de las diferentes regiones. Este programa establece criterios y modelos de usos del suelo cuya implementación debe estar basada en acciones concertadas, tanto política como socialmente, promoviendo el desarrollo de actividades productivas acordes con esquemas de desarrollo ecológicamente sustentable (SEDUE 1993).

## Antecedentes

La Ley de Asentamientos Humanos, publicada en 1976 (Congreso de la Unión 1976), constituye una de las primeras experiencias en la elaboración de ordenamientos ecológicos; su orientación ha sido planificar los usos del suelo del territorio y regular las actividades productivas, todo desde una perspectiva ambiental. Sobre esa base se derivaron los llamados ecoplanes y los planes de desarrollo ecológico de asentamientos humanos. Éstos comprendían, entre otras cosas, la descripción del medio físico y biótico, su diagnóstico, así como la ubicación espacial de los problemas y las recomendaciones para su atención (Arriaga y Córdova 2006). En 1982 la Ley Federal de Protección al Ambiente (SSA 1982), incluyó por primera vez el concepto de ordenamiento ecológico, como un instrumento básico de la planeación ambiental. Posteriormente, con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (SEDUE 1988), se fortaleció dicho concepto, lo que permitió el establecimiento de un marco básico de gestión integral del territorio y sus recursos, siendo una herramienta estratégica de convergencia eficaz entre Estado y sociedad (Arriaga y Córdova 2006). De esta manera, el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial, publicado el 28 de agosto de 1993 (SEDUE) y que fue modificado en el año 2012 (SEMARNAT), es el producto de tales planteamientos y se elaboró siguiendo los lineamientos del Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio editado por SEDUE (1988).

Con las consecuentes actualizaciones, a partir de 1996 el ordenamiento ecológico adquiere su forma actual, incorporando conceptos de la teoría de sistemas para realizar análisis relativos a las tendencias de deterioro, la aptitud territorial y las potencialidades de aprovechamiento de los recursos naturales, apoyándose además en el uso de sistemas de información geográfica. Con tales avances conceptuales y metodológicos se desarrolló el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca de Laguna de Cuyutlán.

## Síntesis del proceso estructural del ordenamiento ecológico

El modelo de ordenamiento ecológico es resultado del análisis técnico-científico de las características físicas, bióticas, sociales y económicas

del territorio, y se simplifica para facilitar su compresión en unidades de gestión ambiental (UGA), las cuales son determinadas por condiciones de homogeneidad de atributos físicobióticos, socioeconómicos y de aptitud, sobre la base de un manejo administrativo común (Arriaga y Córdova 2006). Su formulación se sustenta en un proceso metodológico de fases sucesivas, calculadas y concatenadas entre sí: descripción, diagnóstico, pronóstico, proposición y gestión (SEMARNAT 2000).

En las dos primeras fases (descripción y diagnóstico), se exploran las fluctuaciones del territorio y se orientan a identificar y valorar la disponibilidad, limitaciones y dinámica del ambiente. Las dos fases siguientes (pronóstico y proposición), corresponden a la programación del proceso de ajuste y la transformación de las actividades productivas, abocándose a decidir sobre la factibilidad del ordenamiento. Las fases de gestión e instrumentación se refieren a la coordinación de la participación social, gubernamental, académica y empresarial, en el proceso de integrar el ordenamiento dentro del sistema legislativo mexicano; también se refieren al proceso prescriptivo por el cual se decreta el ordenamiento ecológico territorial, por parte del nivel de autoridad correspondiente (federal, estatal o municipal) (SEMARNAT 2000).

El ordenamiento ecológico señala las directrices más recomendables a seguir, a través de las políticas y lineamientos ecológicos, conforme al potencial natural de aprovechamiento, las condiciones socioeconómicas de la población y la relación con las zonas de protección de bienes y servicios ambientales. Estas políticas están basadas en lo que señala el Manual de Ordenamiento Ecológico de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología de 1988, y que se refieren a la protección, conservación, aprovechamiento y restauración. La aplicación y asignación de tales políticas se basa en las condiciones naturales del territorio (geomorfología), así como su uso actual y su aptitud, como se indica en el cuadro 1.

## Gestión de los programas de ordenamiento ecológico territorial en el estado (POET)

Los objetivos principales de los POET están dirigidos a evaluar y programar, desde la perspectiva ambiental, los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas, el desarrollo urbano y rural; además de propiciar que los usos del suelo sean compatibles con la conservación de la biodiversidad y la protección al ambiente (SEDUE 1993, SEMARNAT 2012). Los POET sirven de base para la elaboración de los programas y proyectos estratégicos de desarrollo, en el corto, mediano y largo plazos.

Para hacer valer su obligatoriedad, la administración pública en los tres órdenes de gobierno promueve la aplicación de la legislación vigente (leyes y reglamentos), de conformidad a lo que señalan las directrices, criterios y lineamientos de regulación ecológica contenidos en los POET.

En particular, la dependencia ambiental estatal (Dirección de Ecología, dependiente de la Secretaría de Desarrollo Urbano) diseñó un procedimiento denominado "Opinión de factibilidad de uso de suelo en congruencia con el modelo de ordenamiento ecológico" (figura 1). Este proce-

**Cuadro 1.** Políticas de los ordenamientos ecológicos, según las condiciones naturales del territorio, uso actual y aptitud. Fuente: elaboración propia con información de SEMARNAT 1988.

| Políticas | Aplicación |
|---|---|
| Protección | Áreas que por la relevancia de sus recursos naturales o sus funciones ecológicas deben mantener sus características naturales. |
| Conservación | Áreas cuyos usos actuales o propuestos cumplen con una función ecológica relevante. |
| Aprovechamiento | Áreas en donde se tienen condiciones para un uso más óptimo de los recursos naturales. |
| Restauración | Áreas que deban sujetarse a programas específicos de recuperación de recursos naturales. Éstas por lo general presentan altos índices de deterioro ambiental. |

dimiento inicia a solicitud directa de quien promueve la realización de algún proyecto de desarrollo económico en la entidad, o de manera indirecta a solicitud de alguna dependencia de la administración pública (federal, estatal y municipal), que tenga injerencia en el otorgamiento de permisos, licencias, autorización, etc. Este último corresponde a la SEMARNAT, durante el proceso de Evaluación del Impacto Ambiental, proceso que concluye con la expedición de la Opinión de Factibilidad de Uso de Suelo (SEDUR 2005, 2006, 2007). La importancia en la aplicación de dicho procedimiento radica principalmente en otorgar seguimiento continuo al cumplimiento del modelo de ordenamiento decretado, además de sentar las bases para fundamentar los ajustes de la agenda establecida para la atención de los problemas detectados como prioritarios, los procesos de actualización de los ordenamientos y de la bitácora ambiental.

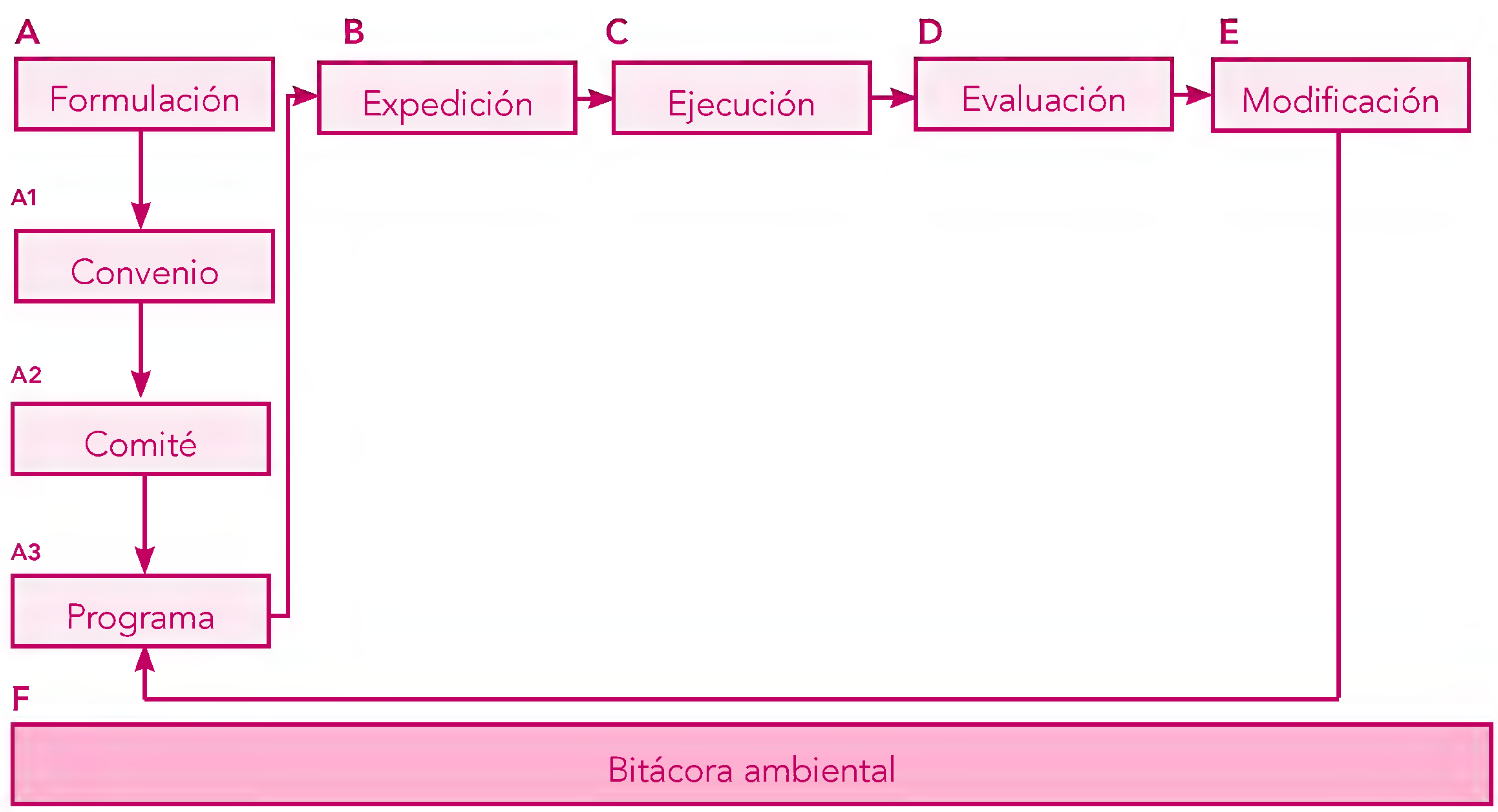



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de ordenamiento ecológico. Fuente: SEMARNAT 2006.

## Conclusiones

El ordenamiento ecológico territorial es un instrumento de la política ambiental que se ha modificado y perfeccionado con el tiempo, integrando avances en la metodología, tecnología y sobre todo conceptos, lo que le ha permitido convertirse en un instrumento de política pública para hacer consenso entre la sociedad y el gobierno. Se recomienda continuar y perfeccionar la aplicación y el uso de los mismos, en el estado, para conservar la biodiversidad de la entidad.

## Referencias


Arriaga, V. y A. Córdova. 2006. *Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), México, D.F.

Congreso de la Unión. 1976. Ley de Asentamientos Humanos. Publicada el 26 de mayo de 1976 en el Diario Oficial de la Federación. Derogada por la Ley de Asentamientos Humanos. Publicada el 21 de julio de 1993 en el Diario Oficial de la Federación.

Gobierno del Estado. 1993. *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Colima*. Dirección de Ecología del Gobierno del Estado, Colima, Colima.

Gobierno del Estado. 2003. Decreto por el que se aprueba el Programa Regional de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán. Publicado el 5 de julio de 2003 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/decreto_coyutlan.pdf*>, última consulta: 28 de julio de 2015.

———. 2007. Decreto por el que se reforma el Programa Regional de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán. Publicado el 3 de mayo de 2007 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/decreto_cuyutlan_reforma_3may07.pdf*>, última consulta: 28 de julio de 2015.

SEDUE. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 1988. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Publicada el 28 de enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 9 de enero de 2015. En: <*http://www.metro.df.gob.mx/transparencia/imagenes/fr1/normaplicable/2014/1/lgeepa14012014.pdf*>, última consulta: 28 de julio de 2015.

———. 1988. *Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio*. Subsecretaría de Ecología. Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica. México, D.F.

———. 1993. Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima. Publicado el 28 de agosto de 1993 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/actualizacion_2012/estatal%20colima.pdf*>, última consulta: 28 de julio de 2015.

SEDUR. Secretaría de Desarrollo Urbano. 2005. *Expediente técnico. Opinión de factibilidad de uso de suelo en congruencia con el modelo de ordenamiento ecológico*. Dirección de Ecología. Colima, Colima.

———. 2006. *Expediente técnico. Opinión de factibilidad de uso de suelo en congruencia con el modelo de ordenamiento ecológico*. Dirección de Ecología. Colima, Colima.

——— . 2007. *Expediente técnico. Opinión de factibilidad de uso de suelo en congruencia con el modelo de ordenamiento ecológico*. Dirección de Ecología. Colima, Colima.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000. *La gestión ambiental en México*. D.F., México.

——— . 2006. *Manual de Proceso de Ordenamiento Ecológico*. México.

——— . 2012. Decreto que aprueba el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Colima. Publicado el 11 de agosto de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. Texto vigente. En: <*http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/actualizacion_2012/dec_poet_colima.pdf*>, última consulta: 28 de julio de 2015.

SSA. Secretaría de Salubridad y Asistencia. 1982. Ley Federal de Protección al Ambiente. Publicada el 11 de enero de 1982. Texto no vigente.

ESTUDIO DE CASO

# PROGRAMA REGIONAL DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DE LA SUBCUENCA LAGUNA DE CUYUTLÁN

Enrique Ongay-Delhumeau

## La laguna de Cuyutlán y el OET

La laguna de Cuyutlán es uno de los cuerpos de agua más importantes, con 7 200 ha; tiene dos pequeñas comunicaciones al mar (Luna 1987). En 2007 se publicó la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico de la cuenca de laguna de Cuyutlán (SEDUR 2007), que bajo un enfoque territorial basado en criterios hidrográficos incluye segmentos de los municipios de Armería y Manzanillo. La memoria técnica (SEDUR 2007) integra diagnósticos de los diferentes elementos naturales, sociales y económicos que conforman la ocupación espacial del territorio y el aprovechamiento y conservación sustentable de los recursos naturales de la cuenca de la laguna de Cuyutlán.

En el documento (SEDUR 2007), la caracterización del sistema natural fortalece la identificación de estructuras y procesos de relevancia ambiental. Estos elementos sirvieron como base para las siguientes fases del estudio, en donde se identificaron y definieron criterios ambientales para el aprovechamiento productivo sustentable de los recursos naturales, el establecimiento de posibles proyectos de infraestructura o estrategias de conservación, protección y la restauración de dichos elementos. Para cada uno de los temas físicos, biológicos y del paisaje social, se generó un mapa y bases de datos incorporadas a un sistema de información geográfica.

En el diagnóstico ambiental de la memoria técnica se hizo un análisis de aptitud de uso del suelo, como pilar para la construcción del modelo de ordenamiento ecológico. La aptitud de uso considera un conjunto de variables ambientales que definen el interés de un sector económico para desarrollarse dentro de una misma porción de territorio. Cuando es mayor la coincidencia también es mayor la aptitud de uso del suelo para el sector correspondiente. Así, un mismo sitio geográfico puede tener aptitud de uso del suelo para el desarrollo de actividades de asentamientos humanos, turismo, industria o conservación. Por ejemplo, la compatibilidad o no de estas actividades, basada en la aptitud de uso del suelo, se analiza y sistematiza a través de un análisis de conflictos (SEDUR 2007). Si una misma porción de territorio es apta para el desarrollo de actividades turísticas recreativas, y al mismo tiempo para el desarrollo de la industria, entonces se presenta un conflicto por uso del suelo. El objeto del ordenamiento ecológico, en este caso, es presentar los mecanismos de negociación para el desarrollo de ambas actividades, a través de una política

Ongay-Delhumeau, E. 2016. Programa regional de ordenamiento ecológico y territorial de la subcuenca Laguna de Cuyutlán. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 727-728.

ambiental y criterios de regulación ecológica basados en el marco teórico de uso múltiple del suelo. A partir de esos análisis la evaluación del territorio de la subcuenca de Cuyutlán se enmarca en la estrategia de planificación del uso de la tierra y en las perspectivas de desarrollo sustentable de 11 sectores considerados en el análisis, incluyendo el sector de conservación (SEDUR 2007). Este proceso permite presentar opciones para la optimización del uso actual del territorio, al consolidar formas de manejo presentes que sean compatibles con las cualidades y aptitudes del territorio, al mismo tiempo que orienta la búsqueda de alternativas para los casos en que las actuales o pasadas formas de manejo resulten inadecuadas.

La generación del modelo de ordenamiento ecológico de la subcuenca incluye un conjunto de políticas y criterios de manejo territorial, las cuales se definieron con base en los escenarios y perspectivas de desarrollo integral, mismos que se discutieron en un proceso de participación pública. Como resultado del Programa de Ordenamiento Ecológico de la cuenca de la laguna de Cuyutlán (SEDUR 2007), se definieron 65 unidades de gestión territorial (UGT), para las cuales se diseñaron un conjunto de políticas ambientales y criterios de regulación ecológica del territorio.

## Conclusiones

El modelo de ordenamiento representa una oportunidad para llevar a cabo el desarrollo sustentable del área, la recuperación ecológica de la laguna de Cuyutlán, y al mismo tiempo permite cumplir con las expectativas de desarrollo estratégico de la región. El modelo también presenta oportunidades: financiar las acciones de conservación y protección de la región, la generación de información ambiental base para la zona, el seguimiento de indicadores ambientales y el financiamiento de programas de conservación y protección regionales. Es posible también establecer un mercado verde (pago por servicios ambientales) de la zona, generado por los cambios favorables en la hidrodinámica del sistema lagunar. La instrumentación corresponde a la última fase del proceso de actualización del OET, y en tal sentido la consulta y participación pública son un elemento clave para evaluar y dar seguimiento a las propuestas realizadas. Los OET son una herramienta importante que permitirá conservar la biodiversidad y recursos naturales de Colima.



**Figura 1.** Pelícanos blancos (*Pelecanus erythrorhynchos*). Foto: Leopoldo Vázquez /Banco de imágenes CONABIO.

## Referencias


Luna, H.J.R. 1987. Rehabilitación de la laguna de Cuyutlán, Colima. *Res. VII Cong. Nal. Oceanog.* 265.

SEDUR. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. 2007. Programa Regional de Ordenamiento Ecológico de la Subcuenca Laguna de Cuyutlán. Publicado el 3 de mayo de 2007 en el Periódico Oficial El Estado de Colima. Texto vigente. En: <*http://www.sedur.col.gob.mx/ecologia/secciones/poet_laguna_cuyutlan.php*>, última consulta: 28 de julio de 2015.

ESTUDIO DE CASO

# GESTIÓN AMBIENTAL EN LA UNIVERSIDAD DE COLIMA

Francisco J. Cárdenas Munguía
Héctor Arturo González-Alonso

## Antecedentes

La Universidad de Colima es una institución pública creada el 16 de septiembre de 1940 (UDC 2009*a*); desde sus inicios ha llevado a cabo numerosas iniciativas tendientes a buscar la mejora en su desempeño ambiental.

La gestión ambiental en la universidad de Colima inició en la década de los ochenta, cuando se crearon algunos centros universitarios de investigaciones en ciencias del ambiente, ciencias agropecuarias, oceanológicas, así como el Observatorio Vulcanológico. A principios de los años noventa se creó el Programa Universitario de Ecología (PUE), cuya tarea principal fue formar conciencia ambiental en la población colimense. En el año 2000, el PUE fue sustituido por el Centro Universitario de Gestión Ambiental (CEUGEA), cuyas funciones han sido: concientización, vinculación externa, investigación y promoción de acciones ambientales en los ámbitos de la educación formal e informal, investigación y operación de los *campi* de la universidad[1]. En ese mismo año, la universidad se integró a un grupo de instituciones de educación superior para fundar el Consorcio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios para el Desarrollo Sustentable (COMPLEXUS), con el objetivo de facilitar el intercambio de experiencias acerca de la incorporación de criterios ambientales en las funciones institucionales y proponer indicadores ambientales de desempeño ambiental universitario (Cárdenas-Munguía 2008).

## Misión y visión del Centro Universitario de Gestión Ambiental (CEUGEA)

El CEUGEA tiene la responsabilidad de la gestión ambiental, tanto en las funciones sustantivas de la universidad (educación, investigación y vinculación externa), como en la operación sustentable de los campus (CEUGEA 2009b). Su visión es, por lo tanto, que la comunidad universitaria incorpore criterios de mejora ambiental a su quehacer cotidiano, incluyendo la operación de las instalaciones universitarias.

Para poder cumplir con esa responsabilidad, el CEUGEA se ha dado a la tarea de proponer, diseñar e implementar un Sistema de Gestión

1. Los campi son delegaciones de la universidad que se ubican en las tres zonas metropolitanas de Colima: la primera emplazada en el valle, al norte de la entidad, área de transición entre los volcanes de Colima y la costa del Pacífico donde se encuentran los campi de Colima, Villa de Álvarez y Coquimatlán; la segunda en el valle hacia el sur costeño donde se localiza el campus de Tecomán y la tercera ubicada en el valle costero con el océano Pacífico, donde se encuentra el campus de Manzanillo.

Cárdenas, M.F.J. y H.A. González-Alonso. 2016. Gestión ambiental en la Universidad de Colima. En: *La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado.* CONABIO. México, pp. 729-736.

Ambiental (SGA), atendiendo cuatro aspectos básicos: *a)* educación ambiental, *b)* investigación ambiental, *c)* vinculación ambiental con las comunidades externas y *d)* operación ambiental de los *campi* universitarios.

## Iniciativas del CEUGEA

### El ecoparque Nogueras

El CEUGEA cuenta con un centro de educación ambiental no formal: el Ecoparque Nogueras. Éste ocupa parte de la exhacienda de Nogueras, ubicada en la localidad de ese nombre en Comala, Colima. Su función es promover la educación ambiental, el conocimiento de la flora y fauna regionales, así como el diseño y aplicación de ecotécnicas urbanas apropiadas al desarrollo de las comunidades regionales. Se ofrecen visitas guiadas a grupos de estudiantes de todos los niveles académicos, talleres sobre aprovechamiento y reciclado de residuos, elaboración de composta y humus (CEUGEA 2009a). Las instalaciones del parque también han sido utilizadas para investigación científica en temas como: biofertilizantes (Ayala-Figueroa y Vargas-Escobar 2007, González *et al.* 2009b), diversidad de aves (González 2006*a*, 2006*b*, 2009), reproducción de tortugas dulceacuícolas (González 2008), conservación de orquídeas (González *et al.* 2009*a*) y otros.

### Educación formal y no formal en el CEUGEA

En el CEUGEA se imparten conferencias y cursos-taller con temáticas ambientales como: educación ambiental, manejo de cuencas, gestión ambiental, carta de la Tierra, elaboración de composta, reutilización de papel, biodiversidad, manejo de áreas verdes, consumo sustentable, liderazgo ambiental, incorporación transversal de criterios ambientales en los planes curriculares de estudio, entre otros. Además, se imparten diplomados, con duración de seis meses, con el propósito de ir más allá de la simple capacitación-sensibilización. Algunos temas abordados bajo este esquema son: liderazgo ambiental, consumo sustentable, gestión ambiental, sistemas de manejo ambiental, perspectiva ambiental en los planes de estudio, entre otros. Desde 2008 el CEUGEA ofrece la Especialidad en Ciencias del Ambiente, Gestión y Sustentabilidad, abierta al público en general. Próximamente se ofrecerán programas de posgrado, en colaboración con las facultades de Ciencias y de Ingeniería Civil. El CEUGEA cuenta con una página web dentro del portal de la Universidad de Colima: http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/cgic/ceugea/

### Asignaturas ambientales en los programas educativos

Las acciones del CEUGEA han incidido en programas de educación formal, mediante la incorporación de asignaturas obligatorias y optativas con temas ambientales y de formación de valores, en diversos programas educativos de nivel superior y medio superior. Para ello se constituyó un Grupo Núcleo Docente con integrantes provenientes de diversas dependencias educativas, quienes llevaron a cabo un diplomado en el CEUGEA, mediante el cual adquirieron las herramientas conceptuales y metodológicas que les permitieran adecuar sus programas educativos.

Impulsada por las políticas de la Secretaría de Educación Pública Federal, y con el trabajo colegiado de escuelas, facultades y el propio CEUGEA, la universidad realiza, desde el año 2000, un proceso de mejora de la calidad en sus programas educativos, mejoramiento de los servicios admi-



**Figura 1.** Vistas del Ecoparque Nogueras de la Universidad de Colima, en Comala. Oficinas administrativas del parque, construidas con adobe y teja de barro y sendero principal con motivos florales (reminiscencia del significado de Nogueras "el que tiene flores en el valle"), hecho de piedra de río que conduce a los diversos sitios del parque. A los lados se observa vegetación regional rastrera de poca demanda de agua (sustituto del pasto inglés) y plantas medicinales y frutales propias de la región. Fotos: Francisco Javier Cárdenas Munguía.

nistrativos y de la infraestructura, así como la actualización de la normatividad institucional. Se ha tratado de equilibrar la carga de asignaturas ambientales de carácter técnico-científico con las asignaturas del área humanística, como ética profesional, bioética, desarrollo sustentable, gestión ambiental y otras.

## Promoción de la investigación ambiental

La inserción de criterios ambientales en asignaturas obligatorias y optativas de los programas educativos, en los niveles bachillerato, licenciatura y posgrado, ha fomentado la realización de proyectos de investigación sobre temas ambientales. El CEUGEA participa en una amplia variedad de investigaciones como: identificación de impactos y riesgos ambientales derivados de las actividades de la universidad, biodiversidad de la avifauna regional, biodiversidad en áreas urbanas, reproducción de tortugas dulceacuícolas en cautiverio, lixiviados de vermicomposta como fertilizante alternativo, mapa de ruido urbano de Colima, niveles de estrés en usuarios de espacios urbanos, potencial para generar energías alternativas en Colima, participación social en la gestión de áreas naturales protegidas y diseño urbano para la sociabilidad, y solidaridad e identidad regional.

## La Red Verde Universitaria

Durante los primeros cuatro años de su existencia el CEUGEA trabajó en fomentar la responsabilidad ambiental en la comunidad universitaria organizando comités y clubes de ecología. Después de

un periodo de reconformación surgió una nueva estructura de grupos universitarios ambientalistas, la Red Verde Universitaria. Esta red tiene como objetivo vincular, con acciones de participación ambiental, a los estudiantes, maestros y trabajadores universitarios, quienes de forma voluntaria integran los comités, clubes y grupos verdes. Se trata de un movimiento ambiental que difunde y promueve sencillas acciones intra y extramuros, para enriquecer la calidad de vida de los universitarios (Red Verde, 2009).

En la constitución de la Red Verde Universitaria existen comités (en facultades) y clubes de ecología (en bachilleratos), conformados por alumnos, maestros, trabajadores; también grupos verdes conformados por personal administrativo y trabajadores de las dependencias con funciones de servicio, administración o investigación. El conjunto de comités, clubes y grupos verdes, en cada una de las cinco delegaciones regionales, forma a su vez una Red Verde Delegacional. Todos los universitarios pertenecientes a esos grupos integran la Red Verde Universitaria, la cual cuenta con un espacio en el portal de la Universidad, <http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/cgic/ceugea/redverde/objetivo.php>, con la finalidad de interconectar virtualmente a los voluntarios de los diferentes campus.

### Reverde-Ser: Programa radiofónico

En el 2003 y 2004, el CEUGEA realizó un programa semanal de media hora llamado Reverde-Ser para la radio universitaria. Pronto se amplió la duración a una hora, con un formato tipo revista: entrevistas a invitados, música y cápsulas con información ambiental. El propósito fue difundir conocimientos ambientales enfatizando la importancia de los valores humanos y la ética ambiental. En el año 2005 se convirtió en cápsulas de cinco minutos, transmitidas dos veces al día. Actualmente, las cápsulas tienen una duración de un minuto, con repetición de hasta ocho veces al día. La estación universitaria llamada Universo XHUDC 94.9 tiene cobertura en la zona norte del estado, pero también transmite por internet sus programas, lo que ha incrementado notablemente la cobertura de Reverde-Ser (UDC 2009b).

### Programas televisivos

El CEUGEA participa eventualmente con temas ambientales transmitidos por la televisión comercial local, aunque también ha realizado algunos programas para la televisión universitaria, producidos por el Centro Universitario de Video y Televisión Educativa (CEUVIDYTE 2009), la cual transmite sus programas tanto por televisión abierta como por internet.

### Sistema de gestión ambiental institucional

En un esfuerzo por incorporar criterios ambientales en todas las actividades de la universidad, y atendiendo las necesidades de organizar y coordinar las acciones ambientales que ya se venían realizando, en 2005 se estableció el sistema de gestión ambiental (SGA). En ese mismo año el trabajo colegiado del CEUGEA y las delegaciones regionales culminó con la emisión de la Política Ambiental Institucional, misma que fue promulgada y avalada por la rectoría: “La Universidad de Colima es una institución educativa, de investigación y difusión de la cultura, cuya comunidad está comprometida con el cuidado y el desarrollo ambiental, en un proceso de mejora continua, previniendo riesgos y mitigando impactos ambientales con una visión de sustentabilidad, ajustada a la legislación aplicable bajo

un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001".

Se elaboró también el Programa de Gestión Ambiental Institucional cuyos objetivos son:

1. Fomentar una cultura de responsabilidad ambiental en la comunidad universitaria.
2. Realizar proyectos de investigación ambiental.
3. Promover que los universitarios realicen programas ambientales de vinculación externa.
4. Operar los campus universitarios con criterios ambientales.

Además, fueron propuestos siete subprogramas de operación ambiental: agua, energía, compras, espacios, transporte-vialidad, residuos y salud-seguridad.

## Vinculación

Una de las estrategias del CEUGEA para vincularse con la comunidad e incidir en las políticas regionales de desarrollo ambiental se realiza a través de la participación de su personal en consejos técnicos ambientales, establecidos en diversos niveles de gobierno. Algunos de ellos son:

1. Consejo Consultivo Núcleo para el Desarrollo Sustentable (SEMARNAT-Delegación Federal Colima).
2. Comisión de Investigación y Estudios Científicos y Tecnológicos (Secretaría de Desarrollo Urbano-Delegación Federal Colima).
3. Comisión de Desarrollo Urbano del Municipio de Colima.
4. Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable-Región II.
5. Consejo Consultivo del Archivo Histórico del Municipio de Colima.
6. Consejo Consultivo de Las Huertas de Comala.

La participación de la universidad en estos ámbitos es importante, porque representa una oportunidad para influir en la toma de decisiones del sector público relacionadas con el desarrollo sustentable.

Otra estrategia de vinculación de la universidad con comunidades externas es la impartición de cursos de capacitación y diplomados a organizaciones públicas (curso de Sistemas de Manejo Ambiental para CONAGUA, 2009) y privadas (diplomado en Gestión Ambiental para el consorcio minero Benito Juárez-Peña Colorada, 2004), directamente a través del CEUGEA o a través de la Dirección General de Educación Continua.

## El futuro de la gestión ambiental en la Universidad de Colima

Desde 2007 la Universidad de Colima ha ido incorporando cada vez más los criterios ambientales en todas las actividades de educación, investigación, vinculación y operación de los *campi*, un claro reflejo de esto es la incorporación, de manera transversal en las políticas institucionales, de acciones sobre temas ambientales las cuales inciden en los programas operativos anuales de todas las dependencias universitarias. La Universidad de Colima no persigue la certificación ambiental de sus actividades, pero sí un compromiso institucional de planeación y educación permanentes. Inicialmente se planteó lograr la certificación ambiental bajo la norma

internacional ISO 14001, pero debido a las limitaciones de recursos humanos y financieros se decidió buscar otras alternativas. Actualmente se tiene planeado realizar una reestructuración de todo el sistema de gestión ambiental para adaptarlo a los requerimientos de la Declaración de Talloires[2], un sistema de gestión ambiental con validez internacional específico para instituciones de educación superior. Esta Declaración fue creada en 1990 por la Asociación de Líderes Universitarios para el Desarrollo Sostenible, con el propósito de regular los esfuerzos internos y externos de las universidades para el trabajo interdisciplinario en temas de población, medio ambiente y desarrollo sostenible.

En los ejes institucionales de desarrollo 2009-2013, relativos a la educación, investigación, administración y vinculación, se establece que la Universidad de Colima se compromete a desarrollar y difundir estrategias para un futuro ambientalmente sostenible, a través de un programa de conservación de recursos, reciclaje y reducción de desechos y el apoyo a la investigación científica (Aguayo-López 2009).

Por lo que respecta a la Red Verde Universitaria y el Grupo Núcleo Docente, que se ocupa de incorporar transversalmente criterios ambientales en los programas curriculares de estudio, éstos continuarán recibiendo capacitación.

Al mismo tiempo, deberá crearse otro grupo núcleo de investigación, el cual deberá promover la integración de profesores y estudiantes en grupos multidisciplinarios que desarrollen proyectos de investigación ambientales.

La Red Verde de la universidad debe continuar integrando permanentemente alumnos, maestros y trabajadores, mediante la promoción de proyectos de concientización y la difusión de los proyectos exitosos entre redes de grupos verdes. Es importante que continúe la participación de la universidad en los consejos consultivos, para incidir en las decisiones tomadas en el ámbito del sector público.

2 En octubre de 1990 Jean Mayer, presidente de Tufts University, convocó a 22 presidentes de instituciones de educación superior a una conferencia en Talloires, Francia. En la declaración surgida en esa reunión las instituciones firmantes se comprometieron a promover las siguientes acciones: despertar la conciencia del gobierno, industrias, fundaciones y universidades sobre la necesidad de encaminarnos hacia un futuro ambientalmente sostenible; incentivar a la universidad para que se comprometa con la educación, investigación, formación de políticas e intercambios de información, de temas relacionados con población, medio ambiente y desarrollo para alcanzar un futuro sostenible; establecer programas que formen expertos en gestión ambiental, desarrollo sostenible, demografía y temas afines; crear programas que desarrollen la capacidad de la universidad de enseñar el tema del medio ambiente a estudiantes de pregrado, posgrado e institutos profesionales; ser un ejemplo de responsabilidad ambiental estableciendo programas de conservación de los recursos, reciclaje y reducción de desechos dentro de la universidad; involucrar al gobierno (en todos los niveles), las fundaciones e industrias, en el apoyo a la investigación universitaria, educación, formación de políticas e intercambios de información sobre desarrollo sostenible; extender este trabajo a las organizaciones no gubernamentales (ONG) y encontrar soluciones integrales a los problemas del medio ambiente; reunir a los profesionales del medio ambiente para desarrollar programas de investigación, formación de políticas e intercambios de información, para alcanzar de esta forma un futuro ambientalmente sostenible; asociarse con colegios de educación básica y media para capacitar a sus profesores en la enseñanza de problemas relacionados con población, medio ambiente y desarrollo sostenible; trabajar con la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y otras organizaciones nacionales e internacionales, para promover un esfuerzo universitario a nivel mundial que conlleve a un futuro sostenible; establecer un comité directivo y un secretariado que permita a los participantes informarse y apoyarse en el cumplimiento de esta Declaración.




**Figura 2.** Integrantes de la Red Verde, reunidos en el patio central de la exhacienda Nogueras, ingreso principal al parque. Foto: Angélica Rocha.

Para facilitar el proceso de vinculación de la investigación y la docencia, con los requerimientos de la sociedad y el entorno, es importante llevar a cabo diagnósticos periódicos de las líneas y proyectos de investigación, en materia ambiental que se generan en la universidad y otras instancias regionales, así como evaluar la pertinencia de esos proyectos. De forma paralela debe alentarse la realización de los proyectos multidisciplinarios de investigación ambiental, dirigidos a cubrir las áreas de oportunidad identificadas.

Tomando en cuenta los recursos disponibles en la universidad, se pretende simplificar el sistema de gestión ambiental, particularmente en la operación de los *campi*, integrando los siete subprogramas operativos en cuatro ejes: agua, energía, residuos y espacios universitarios.

El Ecoparque Nogueras seguirá funcionando como centro de divulgación de cultura ambiental, dirigido a escolares y turistas nacionales y extranjeros. Actualmente, se prepara la documentación necesaria para solicitar su registro como unidad de manejo para la conservación de vida silvestre (UMA) ante la SEMARNAT. El Centro Universitario de Gestión Ambiental, en colaboración con otras dependencias de la Universidad de Colima, pretende a futuro ofrecer servicios como: estudios de impacto ambiental, inventarios, monitoreos, cursos de capacitación y otras actividades.

La educación ambiental formal y no formal tiene un papel importante en el proceso de fundar las bases para lograr una conciencia que conduzca a establecer prácticas sustentables de uso de los recursos naturales y la diversidad biológica en particular. Para ello primero hay que saber cuáles son nuestros recursos naturales, ya que conocer en detalle la biodiversidad de una región es indispensable para plantear estrategias de conservación, protección ambiental y uso sustentable, así como para ofrecer a las nuevas generaciones un mejor conocimiento de su región.

## Referencias


Aguayo-López, M.A. 2009. *Ejes para el desarrollo institucional 2009-2013*. Programa de trabajo. Segundo periodo rectoral. Colima, México, Universidad de Colima (UCOL), México.

Ayala-Figueroa, A. y J.M. Vargas-Escobar. 2007. *Caracterización del lixiviado de vermicompostaje de residuos de plátano y su uso potencial como biofertilizante*. Tesis de ingeniería química en alimentos, UCOL, México.

Cárdenas-Munguía, F.J. 2008. Gestión del compromiso ambiental en los integrantes de la Universidad de Colima: experiencias y desafíos. Fumarola. En: <*ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ELAUS_2008/trabalhos/238.pdf*><*ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/public/Sustentabilidade/ELAUS2008/trabalhos/238.pdf*>, última consulta: 31 de agosto de 2015.

CEUGEA. Centro Universitario de Gestión Ambiental. 2009a. Ecoparque Nogueras del CEUGEA. En: <*http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/cgic/ceugea/11Ecoparque.html*>, última consulta: 20 de octubre de 2009.

———. 2009b. Programa Operativo Anual del Centro Universitario de Gestión Ambiental. En: <*http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/cgic/ceugea/0ceugea.html*>, última consulta: 20 de octubre de 2009.

CEUVIDYTE. Centro Universitario de Video Didáctico y Televisión Educativa. 2009. En: <*http://www.ucol.mx/udctv*>, última consulta: 20 de octubre de 2009.

González, H.A. 2006a. *Avifauna de la región de Nogueras, Comala*. Reporte Técnico núm. CGIC-387/05-A-000. Coordinación General de Investigación Científica, UCOL.

———. 2006b. *Guía de campo para la identificación de la avifauna de la región de Nogueras, Comala*. Reporte Proyecto de Investigación CGIC-387/05. Coordinación General de Investigación Científica. UCOL, México.

———. 2008. *Manual de mantenimiento de tortugas dulceacuícolas en cautiverio*. Proyecto núm. 041, financiado por el programa PACMYC-2006. Secretaría de Cultura del Estado de Colima, Colima.

———. 2009. *Aves de Nogueras, Comala, Colima. Guía para la identificación en campo*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/Centro Universitario de Gestión Ambiental (CEUGEA).

González, H.A., M. Hernández, Y.J. Chapula y C. Medina. 2009a. Rescate cultural y biológico de algunas especies de orquídeas de Colima. En: <*http://leecolima.no-ip.org/fumarola/2008/octubre/fumarola6/?m=200810&paged=2*>, última consulta: 20 de octubre de 2009.

González, H.A., L.V. Madrigal y J. Vázquez. 2009b. *Tecnología para la elaboración de composta con residuos agrícolas de plátano y banano*. Fondo Mixto (FOMIX)/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)/Gobierno del Estado de Colima.

Red-Verde. 2009. Red Verde. Centro de Gestión Ambiental. En: <*http://www.ucol.mx/acerca/coordinaciones/cgic/ceugea/redverde/objetivo.php*>, última consulta: 20 de octubre de 2009.

UDC. Universidad de Colima. 2009*a*. Conoce la historia de la universidad. En: <*http://www.ucol.mx/universidad/historia.php*>, última consulta: 20 de octubre de 2009.

———. 2009*b*. Universo FM. En: <*http://www.ucol.mx/radio*>, última consulta: 20 de octubre de 2009.

# Nuestros autores

Aguilar Olguín, Sergio
Centro Ecológico de Cuyutlán “El Tortugario”
zanyya@hotmail.com
Licenciado en Oceanografía con Maestría en Ciencias del Mar, en ambas egresado de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima, actualmente realiza un Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales en el Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Desde 2001 ha trabajado para la UMA Centro Ecológico de Cuyutlán “El Tortugario”, como jefe del Departamento de Tortugas Marinas, coordinando actividades del programa de protección y conservación de tortugas marinas y haciendo estudios sobre ecología poblacional y reproductiva de tortugas marinas y cocodrilos.

Aguirre León, Gustavo
Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)
agustavo.aguirre@inecol.mx
Biólogo y Maestro en Ciencias, egresado de la Facultad de Ciencias UNAM. Técnico titular en la Red de Interacciones Multitróficas del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). Participante en 25 proyectos de investigación, ha publicado 19 artículos científicos arbitrados y 17 capítulos de libro sobre la conservación y ecología de vertebrados, ecología de invertebrados y el desarrollo de áreas naturales protegidas en México. Ha sido profesor en el programa de posgrado del INECOL y ha dirigido nueve tesis de licenciatura, dos de especialidad y 14 de maestría en diversas instituciones de México. Editor de producción de *Acta Zoologica Mexicana* (nueva serie), revista calificada en el Padrón de Revistas Científicas Mexicanas del CONACYT.

Alemán Campos, Jorge Luis
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-Colima)
restauración@colima.semarnat.gob.mx
Egresado del Instituto Tecnológico Forestal núm. 1. Laboró en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Sus principales actividades actuales son la evaluación, dictaminación y resolución de los proyectos que para el aprovechamiento de recursos forestales y de suelos ingresan a la Delegación Colima de la SEMARNAT; como son programas de manejo forestal, cambios de uso del suelo de terrenos forestales, plantaciones forestales comerciales, aprovechamiento de recursos forestales no maderables, por citar algunos.

Álvarez Pliego, Nicolás
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT)
nicolas.alvarez.pliego@gmail.com
Egresado de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Maestría y Doctorado en Ciencias Marinas

por parte del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional. Actualmente labora como profesor-investigador en la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Responsable técnico de proyectos de investigación sobre la ictiofauna del sureste del Golfo de México. Autor y coautor de publicaciones científicas indexadas y capítulos de libro arbitrados.

Andrade Tinoco, Elisa
elisa.at@gmail.com

Bióloga egresada de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo, con Maestría en Ciencias Pecuarias en el área de acuacultura y ciencias marinas de la Universidad de Colima. Cuenta con un diplomado en gestoría ambiental y control de contaminación y otro en evaluación de impacto ambiental; así como diversos cursos y talleres sobre acuacultura y pesquerías. Trabajó en la CFE en la Oficina de Ecología e Impacto Ambiental; así como en el Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de la Zona Conurbada de Guadalajara, en calidad de agua y control de procesos, y en saneamiento e impacto ambiental. Actualmente se desempeña como consultora ambiental independiente para la gestión y elaboración de estudios de impacto ambiental y como asesora en acuacultura, además participa en la identificación y elaboración de proyectos productivos.

Arciniega Flores, Judith Alicia de Jesús
Universidad de Guadalajara (UDG)
jarcinie@costera.melaque.udg.mx

Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Guadalajara. Estudios de Maestría en la Universidad de Colima. Trabaja en la Universidad de Guadalajara desde 1995 en el Laboratorio de Ecología de Invertebrados, principalmente con crustáceos y moluscos. Desarrolla actividades de docencia, investigación y difusión. Actualmente imparte dos cursos en la Licenciatura de Biología Marina del CUCSUR-UDG. Ha participado en la elaboración de 14 artículos y siete capítulos de libro. Cuenta con reconocimiento perfil Promep de la SEP.

Arévalo Galarza, Gustavo Antonio
Universidad Autónoma Chapingo (UACH)
arevalogg@gmail.com

Egresado de la Universidad Autónoma Chapingo, especialista en zonas áridas, doctorado en el Colegio de Posgraduados en Edafología. Se ha desempeñado como profesor-investigador por más de 30 años en la Universidad Autónoma Chapingo, impartiendo las asignaturas de Planeación del Uso de la Tierra, Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. Desarrolla investigación en Manejo Integral de Cuencas, Análisis Espacial en Recursos Naturales y Ordenamiento Ecológico del Territorio. Desarrolla actividades en el postgrado de Ingeniería Integral del Agua e Ingeniería Forestal en Chapingo. Ha publicado artículos relacionados con el desarrollo de herramientas espaciales y otros de índole edafológica.

Arreola Nava, Hilda Julieta
Universidad Autónoma de Guadalajara (UDG)
harreola@cucba.udg.mx

Egresada de la Licenciatura en Biología en la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala (UNAM), Maestría y Doctorado en Botánica en el Colegio de Posgraduados en Montecillo, Estado de México. Es autora de un libro sobre el género *Opuntia* (nopales) de Jalisco, de varios capítulos en libros especializados y 16 artículos científicos. Socia fundadora de NAKARI, Sociedad Jalisciense de Cactología, A.C. y miembro de la Sociedad Mexicana de Cactología, A.C., es miembro de la red Pitaya-Pitahaya del SINAREFI-SAGARPA. Colaboradora con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Actualmente se dedica a la docencia y realiza investigación para la conservación de las cactáceas nativas de Jalisco.

Arreguín Sánchez, María de la Luz
Instituto Politécnico Nacional (IPN)
luzma1950ipn@gmail.com

Bióloga, Maestra en Educación y Doctora en Humanidades, todos con mención honorífica. Ha realizado 30 proyectos, 130 publicaciones, 18 libros y asesorado 70 tesis. Actualmente es curadora del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional.

Ayala Barajas, Ricardo
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
rayala@ib.unam.mx
Biólogo, Maestro en Ciencias en Biología Animal y Doctor en Ciencias Biológicas por la UNAM. Tiene un Posdoctorado en el Natural History Museum, University of Kansas. Investigador en la Estación de Biología Chamela del IBUNAM; investigador nacional nivel I y PRIDE D. Las áreas de su investigación son la sistemática de las abejas nativas de México (Hymenoptera: Apoidea), su biodiversidad, distribución y aspectos de su ecología, en especial su importancia como polinizadores de plantas nativas y cultivadas, y su uso como indicadores de perturbación. Tiene 45 artículos en revistas nacionales e internacionales indexadas, nueve artículos en revistas nacionales no indexadas, cuatro libros y 16 capítulos en libros. Es revisor en ocho revistas de corte nacional e internacional. Ha dirigido siete tesis de licenciatura, dos de maestría y tres de doctorado.

Báez Montes, Oscar
biologo.oscar.baez@gmail.com
Biólogo egresado de la Universidad de Guadalajara. Ha participado en proyectos de monitoreo de comunidades en áreas naturales protegidas en México y Costa Rica; restauración y conservación de humedales en Jalisco; monitoreo de aves acuáticas en humedales de Jalisco. Es supervisor de proyectos relacionados con la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en áreas naturales protegidas en el estado de Guanajuato.

Balcázar Lara, Manuel Artemio
Universidad de Colima (UCOL)
mabl@ucol.mx
Egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Maestro en Ciencias (Biología Animal) de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, Doctor por la University of Florida. Laboró en el Instituto de Biología de la UNAM y desde 2000 trabaja en la Universidad de Colima. Sus principales actividades actuales son el estudio de la biodiversidad de Lepidóptera de México, en especial de grupos Bombycoides y la coevolución de las palomillas de la yuca y sus huéspedes. Ha publicado 28 artículos en revistas y seis capítulos de libros. Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.

Bauche Petersen, Paola
Fondo Noroeste A.C. (FONNOR)
paolabauche@gmail.com
Estudió Biología en la Universidad de Guadalajara y tiene una Maestría en Geografía por McGill University en Canadá. Ha trabajado por más de 12 años en el tema de manejo de recursos naturales. Trabajó en la Comisión Nacional Forestal, diseñando y operando el programa Mecanismos locales de pago por servicios ambientales, a través de fondos concurrentes, un programa nacional que busca involucrar a los usuarios de servicios ambientales en la conservación de cuencas y corredores biológicos. Actualmente trabaja en el Fondo Noroeste, A.C. (FONNOR) en donde coordina actividades de manejo integrado de cuencas costeras en el pacífico mexicano.

Best, Troy L.
Auburn University (AU)
besttro@auburn.edu
Biólogo, antropólogo y profesor de secundaria, egresado de Eastern New Mexico University y doctorado por University of Oklahoma. Profesor de ciencias biológicas en Auburn University y curador de la colección de mamíferos de Auburn University. Además de su trabajo en Alabama ha estudiado mamíferos en Argentina, Canadá, Kenya, México, Sudáfrica, Suazi-

landia y varios sitios de Europa. Ha recibido varios reconocimientos de la American Society of Mammalogists, Southeastern Bat Diversity Network y Southwestern Association of Naturalists. Ha sido editor del *Journal of Mammalogy, Mammalian Species* y *The Southwestern Naturalist.*

Bracamontes Pérez, J. Santos
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (semarnat-Colima)
viveroelguayacan@gmail.com

Egresado como Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola del Instituto Tecnológico Agropecuario núm. 26, con Maestría en Ciencias en el área de geomática aplicada al manejo de recursos naturales de la Universidad de Colima. Laboró en la sarh en el área de manejo silvícola, posteriormente en la semarnap en las áreas de evaluación y dictaminación de programas de manejo forestal y como encargado del área de geomática del Departamento de Ordenamiento Territorial. Apoyó en la asesoría para programas de unidades de manejo de vida silvestre.

Bretón González, Mauricio
Universidad de Colima (ucol)
mauri@ucol.mx

Realizó estudios de doctorado en el Instituto Andaluz de Geofísica de la Universidad de Granada, España. Trabaja como investigador en el Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima en donde es responsable de las áreas de riesgo volcánico y monitoreo visual. Miembro activo del sni. Coordinador de la Maestría en Ciencias de la Tierra, Geomática y Gestión de Riesgos de la Facultad de Ingeniería Civil de la misma ucol. Ha publicado más de 30 artículos como autor y coautor sobre vulcanismo, sismicidad y riesgos. Responsable del *Atlas de peligros y riesgos en el estado de Colima.*

Burton, Andrew Mark
Geothermal Dragons Limited
andrew@geothermaldragons.com

Zoólogo, con experiencia y especialidad en la ecología de leopardo, puma y gato montés, así como en aves rapaces de los géneros *Accipiter*, *Spizaetus*, *Spizastur* y también reptiles, específicamente los dragones de la familia Varanidae.

Calderón Riveroll, Gustavo
Universidad de Colima (ucol)
calderon5212@hotmail.com

Militar, ingeniero mecánico naval e ingeniero geógrafo mexicano por la Heroica Escuela Naval Militar. Tiene una Maestría en Ciencias de la Tierra por la Universidad de Arizona y un Doctorado en Ciencias en Geofísica Marina por la Universidad Estatal de Oregón. Fue director del Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad de Colima. Profesor e investigador de la Universidad de Colima. Actualmente es asesor en el Instituto Oceanográfico del Pacífico.

Cárdenas Munguía, Francisco Javier
Universidad de Colima (ucol)
fjcardenasm@hotmail.com

Maestría cursada en el mit, Doctorado en Arquitectura por la unam. Líneas de investigación: urbanismo, historia, diseño, gestión y conducta humana del espacio público vegetado. Profesor-investigador de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Colima, donde ha sido coordinador de posgrado, fundador y director del Centro Universitario de Gestión Ambiental y creador y responsable del Ecoparque Nogueras, actualmente es responsable del Programa de Gestión Ambiental de los campus. Es autor de publicaciones de artículos, capítulos de libro, libros y discos compactos editados por conaculta, rniu, conacyt, la Universidad de Colima, el Archivo Histórico del Municipio de Colima y Gobierno del Estado de Colima, entre otros. Ha participado en congresos nacionales e internacionales de investigación en arquitectura, urbanismo y paisaje.

**Casas Andreu, Gustavo**
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
gcasas@ib.unam.mx
Egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde obtuvo su Licenciatura, Maestría y Doctorado en Biología. Desde el año de 1974 es investigador de tiempo completo en la UNAM. Su campo de trabajo es la biología de anfibios y reptiles, en especial trabaja con faunas herpetológicas y biología y ecología en diferentes especies de esos grupos, como tortugas, lagartijas y cocodrilos. Fue curador de la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles del Instituto de Biología entre 1974 y 1993. Ha publicado más de 150 artículos y capítulos en revistas y libros científicos y cinco libros especializados en este tipo de fauna.

**Castro Caro, Eleazar**
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
eleazar.castro@conagua.gob.mx

**Cervantes Pasqualli, Juan Albert**
Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)
juan.cervantes@inecol.mx
Biólogo egresado de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) y Maestro por el Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). Trabajó como técnico de campo y gabinete en diferentes proyectos de investigación y desde el 2014 labora en la Unidad de Servicios Profesionales Altamente Especializados (USPAE) del INECOL. Sus principales actividades actuales son la coordinación de actividades académicas dentro de la USPAE incluyendo la elaboración y colaboración en artículos científicos.

**Cevallos Espinosa, Judith**
Universidad de Guadalajara (UDG)
jcevallo@cucsur.udg.mx
Egresada de la Licenciatura en Biología por la Universidad de Guadalajara, con Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza en Cosa Rica. Desde 1990 trabaja en la Universidad de Guadalajara en el Centro Universitario de la Costa Sur. Los proyectos y líneas de investigación desarrollados se enfocan al manejo y aprovechamiento de recursos forestales no maderables y conocimiento etnobotánico en agroecosistemas y bosques tropicales. Actualmente se desempeña como profesora de Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios y es coordinadora de control escolar en el Centro Universitario de la Costa Sur. Cuenta con siete artículos científicos y tres capítulos de libro.

**Cobo Díaz, José**
Universidad de Colima (UCOL)
zsalinas@hotmail.com
Doctor en Biología, ha publicado reportes científicos sobre estrés en comunidades coralinas, con énfasis en exposición a radiación ultravioleta.

**Cruz Angón, Andrea**
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
acruz@conabio.gob.mx
Bióloga de la Universidad Michoacana. Obtuvo el grado de Doctor en Ciencias en Ecología y Manejo de Recursos Naturales por parte del Instituto de Ecología, A.C. Trabajó como asistente y coordinadora del proyecto de investigación del Centro de Aves Migratorias del Smithsonian Institution (IS) en Chiapas, Xalapa y Guatemala. Participó como evaluadora ambiental de programas de certificación de buen manejo forestal en comunidades y ejidos forestales de México. Trabajó en la Gerencia de Protección Ambiental de la Dirección Corporativa de Operaciones de Pemex. Actualmente se desempeña como coordinadora de Enlace y Estrategias de Biodiversidad de la CONABIO. Ha publicado cerca de una decena de artículos en revistas científicas arbitradas y algunos de divulgación. Fue coordinadora y editora general de *Biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado.*

Cuevas Guzmán, Ramón
Universidad de Guadalajara (udg)
rcuevas@cucsur.udg.mx
Ingeniero Agrónomo Forestal por la Universidad de Guadalajara, con Maestría y Doctorado por el Colegio de Posgraduados. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I. Se ha desempeñado como jefe del Departamento de Ecología y Recursos Naturales y director de la División de Desarrollo Regional del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Es profesor de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios, en la Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales y en el Doctorado en Ciencias en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas. Ha participado como autor de tres libros científicos, 15 capítulos de libros y 45 publicaciones en revistas indexadas.

Cutz Pool, Leopoldo Querubin
Instituto Tecnológico de Chetumal
cutzpool@yahoo.com
Profesor titular A, T. C. del Instituto Tecnológico de Chetumal e investigador nacional del sni, tiene 15 años dedicados a la investigación sobre microartrópodos del suelo y de cuevas de México. Ha descrito dos taxa nuevos para la ciencia y publicado trabajos de ecología e inventarios taxonómicos. Ha impartido 20 cursos a nivel de licenciatura, y siete en el posgrado. Ha publicado 20 artículos científicos, 26 de difusión y de divulgación; cinco capítulos de libros. Ha presentado cerca de 25 ponencias en congresos y simposios nacionales y unos 10 en eventos internacionales. Actualmente desarrolla la línea de investigación Ecología de artrópodos de ecosistemas terrestres.

Chávez Comparan, Juan Carlos
Universidad de Colima (ucol)
jcchavez@ucol.mx
Egresado de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, Maestría en Oregon State University (eua) y Doctorado en Universidad Autónoma de Baja California. Ha trabajado en el Instituto Oceanográfico de Manzanillo (sedemar) y actualmente es profesor-investigador de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima. Pertenece al cuerpo académico de Manejo integral costero y trabaja realizando investigaciones sobre peces de arrecifes de coral en el litoral de Colima.

Daniel, Thomas F.
California Academy of Sciences
tdaniel@calacademy.org
Licenciado en Botánica por Duke University y Doctorado en Botánica por University of Michigan. Curador del herbario e investigador en botánica en Arizona State University (1981-1985) y posteriormente en California Academy of Sciences (1986-2014). Investigación en sistemática y evolución de Acanthaceae y florística de Acanthaceae en los Estados Unidos, México y América Central.

Espíndola Villarón, Juan Andrés
jaevespindola@yahoo.com.mx
Egresado de la Universidad Metropolitana-Xochimilco, diplomado de la Universidad de Colima en Gestión Ambiental. Laboró en la Secretaría de Ecología y Desarrollo Urbano, delegación Colima; en la Dirección de Ecología del Gobierno del Estado de Colima; en la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, delegación Colima; en la Comisión Nacional del Agua, dirección Colima, y desde 2009 como consultor ambiental. Sus actividades principales son la elaboración de manifiestos de impacto ambiental del orden federal y estatal, programas de rescate de flora y fauna silvestre, programas de manejo de vida silvestre.

Espino Barr, Elaine
Universidad de Guadalajara (udg)
eleaine.espino@inapesca.gob.mx
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (sagarpa-inapesca)
Egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (uam-x) de la carrera de Biología, Maestría en Ciencias de la Universidad Nacional

Autónoma de México, doctorado de la Universidad de Colima. Labora en el Instituto Nacional de Pesca desde 1982 en el programa de Pesquerías ribereñas. Publicó un catálogo de peces (con CONABIO) y otro de especies marinas comerciales. Tiene 80 artículos científicos publicados, cuatro libros y ocho capítulos de libros. Editora de la revista *Ciencia pesquera*.

Espinosa Pérez, Héctor
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
hector@ib.unam.mx
Curador de la Colección Nacional de Peces. Participa en diversos proyectos como responsable, dando como resultado de éstos diversas publicaciones. Dirige tesis de licenciatura y posgrado, apoyando a estudiantes en sus proyectos. Imparte pláticas y conferencias sobre colecciones científicas y en especial ictiológicas, así como de temas afines a la CNP en diferentes foros.

Estrada Valencia, Antonio
antonioestradavalencia@gmail.com
Biólogo por la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Maestro en Ciencias Pecuarias con especialidad en Ecología de Poblaciones Marinas por la Universidad de Colima (UDC), Diplomado en Educación Ambiental por la UDC. Especialidad en Ecología e Impacto Ambiental por parte de la Universidad Autónoma de Guadalajara. Tiene dos publicaciones, una en materia de insectos y otra sobre crustáceos. Desde 1981 ha ocupado diversos cargos en la administración pública federal adquiriendo experiencia en la evaluación y autorización de estudios de impacto ambiental, en manejo de fauna silvestre, manejo de residuos peligrosos, arrecifes artificiales, plantaciones forestales, cambios de uso del suelo, aprovechamientos forestales, entre otros. Actualmente presta servicios como asesor ambiental independiente.

Farías Larios, Javier
jfarias@ucol.mx
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la Universidad de Colima. Profesor e Investigador de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima.

Fernández Nava, Rafael
Instituto Politécnico Nacional (IPN)
rfernan@ipn.mx
Cursó la Licenciatura, Maestría y el Doctorado en Biología en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, donde también ha fungido como profesor e investigador desde 1982. Es autor de 92 artículos y seis libros. Editor en jefe de *Polibotánica*.

Figueroa Rangel, Blanca Lorena
Universidad de Guadalajara (UDG)
bfrangel@cucsur.udg.mx
Profesora investigadora titular de la Universidad de Guadalajara. Egresada de Biología por la Universidad de Guadalajara, Maestra en Ciencias por la Universidad de Wageningen en Holanda y Doctora por la Universidad de Oxford en el Reino Unido. Investigadora nacional nivel I del SNI y profesora con perfil Promep. Especialidad en ecología forestal y paleoecología. Sus líneas de investigación incluyen: patrones de distribución espacial y temporal de ecosistemas terrestres, y paleoecología y cambio climático en el holoceno tardío. Es autora de capítulos de libros y artículos científicos en revistas indizadas de alto impacto. Docente del curso estadística en licenciatura y posgrado. Dirige tesis de licenciatura y posgrado.

Flores Ramírez, Laura Angélica
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA-INAPESCA)
angelica.flores@inapesca.gob.mx
Egresada de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima (UCOL), maestría en Ciencias del Mar. Ha laborado en diversas instituciones como la CONAPESCA-SAGARPA, la UCOL así como en el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), donde actualmente se desempeña realizando evaluaciones experimentales de especies marinas con potencial acuícola. Asimismo, ha participado en proyectos relativos a la conservación

y restauración de especies coralinas. Ha colaborado en la publicación de cinco artículos en revistas indizadas, un cuaderno de investigación, dos libros y cinco capítulos de libros.

Florián Álvarez, Silvia
Universidad de Colima (ucol)
sflorian@hotmail.com
Licenciada en Administración de Recursos Marinos, egresada de la Universidad de Colima. Su experiencia se ha centrado en la evaluación de capacidad de carga de arrecifes coralinos.

García Aguayo, Andrés
Universidad Nacional Autónoma de México (unam)
chanoc@ib.unam.mx
Egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (unam). Doctorado del Departamento de Biología de la Universidad de Nuevo México en Albuquerque, Nuevo Mexico. Estados Unidos. Labora en la Estación de Biología Chamela del Instituto de Biología de la unam. Sus principales actividades actuales son los estudios de las comunidades de anfibios y reptiles de las selvas bajas y bosques mesófilos de Jalisco y Colima, así como análisis biogeográficos y de conservación de la herpetofauna en México en la región occidente del país. Ha publicado 70 artículos, cuatro libros y 25 capítulos de libros.

García Montiel, Juan Carlos
Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla
juancarlos.garcia@live.itsz.edu.mx
Egresado de la Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (buap) donde laboró como profesor en 2002, cuenta con Especialidad en Desarrollo de Habilidades del Pensamiento por la Universidad Madero (umad). Desde el año 2002 trabaja en el Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, donde inició los estudios de insectos comestibles en la Sierra Nororiental de Puebla, posteriormente en el área directiva como jefe de carrera de la Licenciatura en Biología, jefe del Departamento de Desarrollo Académico, jefe de la División de Investigación, jefe del Departamento de Posgrado e Investigación, siendo actualmente subdirector de Posgrado e Investigación, donde se desempeña coordinando y gestionando los procesos de investigación y apertura de estudios de posgrado.

Galicia Pérez, Marco Antonio
Universidad de Colima (ucol)
galicia@ucol.mx
Doctorado en la Université de Liége, Bélgica (Oceanografía Física) y Maestría en Oceanografía Física en la unam. Profesor-investigador en la Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, donde labora desde 1985. Ha publicado trabajos sobre modelación hidrodinámica de cuerpos de agua costeros. Ha dirigido tesis sobre hidrodinámica de cuerpos de agua del pacífico mexicano e ingeniería costera. Evaluador de proyectos prodep en la sep. Desarrolla proyectos de investigación en oceanografía física costera, riesgos asociados a fenómenos hidrometeorológicos costeros.

Galván Villa, Cristian Moisés
Universidad de Guadalajara (udg)
cmgv1982@yahoo.com.mx
Biólogo y Maestro en Ciencias egresado del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Actualmente es técnico académico en el Laboratorio de Ecosistemas Marinos y Acuicultura del Departamento de Ecología y miembro del Comité de Control de Seguridad en Buceo de la misma universidad. Ha participado en la presentación de trabajos en más de 40 congresos nacionales e internacionales y ha publicado diversos artículos científicos en revistas indizadas y libros sobre la biodiversidad marina del pacífico mexicano. Actualmente realiza un inventario de la biota marina de Bahía Chamela y participa en proyectos sobre peces e invertebrados de ambientes costeros del pacífico mexicano.

García Real, Edith
Universidad de Guadalajara (UDG)
egarcia@cucsur.udg.mx
Egresada de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Guadalajara donde cursó la Licenciatura en Biología, Maestría en el Colegio de Posgraduados en el Instituto de Fitosanidad con la Especialidad en Entomología. Durante 22 años ha trabajado en diferentes proyectos de investigación sobre escarabajos lamelicornios de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán y la región costa sur. Ha publicado 13 artículos en revistas, capítulos de libro así como artículos de divulgación. Ha dirigido y/o asesorado seis tesis profesionales. Ha formado parte de las comisiones dictaminadoras de promoción de los académicos. Durante los últimos 19 años ha sido responsable de la Colección Entomológica del DERN-IMECBIO.

Gaviño Rodríguez, Juan Heberto
Universidad de Colima (UCOL)
jgavinho@gmail.com
Doctor en Ciencias Naturales y Maestría en Oceanografía de la Universidad de Hamburgo, Alemania, Licenciatura en Física en la UNAM, SNI 1.

González Acosta, Adrián Felipe
Instituto Politécnico Nacional (IPN)
aacosta@ipn.mx
Biólogo por la Universidad Nacional Autónoma de México-FES Iztacala, Maestro y Doctor en Ciencias por el Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR, posdoctorado en El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR-Chiapas). Ha realizado estancias de investigación en el Museo Nacional de Historia Natural de París (MNHN), Museo de Historia Natural de Viena (NMW) y Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica (UMZ-UCR). Ha laborado en la UNAM, UABCS, ECOSUR y desde 2002 es profesor-investigador titular del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN. Sus principales actividades son la docencia e investigación sobre la ictiología sistemática. Actualmente dirige proyectos para evaluar el estado de conservación de peces mexicanos en ambientes estuarino-lagunares (manglares), oasis, áreas insulares y ambientes marinos. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Ha sido presidente de la Sociedad Ictiológica Mexicana, A.C., de la cual es miembro desde 1994. Es árbitro de revistas de circulación nacional e internacional. Ha publicado 44 artículos científicos en revistas y libros de circulación internacional. Ha editado un libro de circulación internacional y ha dirigido una tesis de doctorado, siete de maestría y tres de licenciatura.

González Alonso, Héctor Arturo
Universidad de Colima (UCOL)
hgonzalez_alonso@ucol.mx
Biólogo por la UNAM, Diplomado en Evaluación de Impacto Ambiental por la Universidad Autónoma del Estado de México, Maestro en Ciencias Ambientales por la Universidad de Tsukuba, Japón. Trabajó en protección ambiental en la CFE, empresas mineras y consultorías ambientales; fue investigador del Centro Universitario de Gestión Ambiental de la Universidad de Colima, desde 2002 es profesor e investigador de la Facultad de Ciencias Químicas, imparte los cursos de bioética, biología celular, ética profesional, gestión ambiental, desarrollo sustentable y remediación metalúrgica. Publicó el libro *Guía de aves de Nogueras, Colima*. Ha impartido cursos de gestión e impacto ambiental a personal de SEMARNAT, CONAGUA y Peña Colorada S.A., entre otros. Miembro de la Academia Institucional de Educación Ambiental de la Universidad de Colima.

González García, Juan
Universidad de Colima (UCOL)
jgogar@ucol.mx
Profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Economía de la Universidad de Colima.

González Pérez, Sara Beatriz
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
sara_tichi@yahoo.com

Egresada de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Maestría en Ciencias por la Universidad de Oklahoma. Laboró en el Centro de Análisis Espacial y en el Museo de Historia Natural Sam Noble de la Universidad de Oklahoma. Desde 2013 labora como revisor externo para CONABIO. Ha participado en diversas publicaciones de mamíferos de México.

González Soriano, Enrique
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
esoriano@ib.unam.mx
Investigador titular A en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Especialista en insectos del orden Odonata.

Graf Montero, Sergio Humberto
Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente, A.C.
sgram@gmail.com
Ingeniero forestal egresado de la Universidad de Guadalajara, Maestro en Desarrollo Rural en el Centro Nacional de Estudios para las Regiones Cálidas (CNEARC). Fue el primer director para la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, impulsó la creación de la iniciativa intermunicipal para la cuenca del río Ayuquila. Es miembro de LEAD México. Cuenta con experiencia de trabajo en América Latina, Europa y África. Director de la Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente, A.C. y profesor-investigador en la Universidad de Guadalajara. Fungió como coordinador general de producción y productividad en la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Actualmente es consultor.

Gutiérrez Nájera, Raquel
raquelgtz@gmail.com
Abogada por la Universidad de Guanajuato, Maestra en Derecho por la Universidad de Guadalajara, Doctora en Ciencias Penales por el INACIPE. Profesora-investigadora de tiempo completo titular C de la Universidad de Guadalajara. Investigadora nacional nivel I. Autora del libro *Introducción al Estudio de Derecho Ambiental* publicado por Porrúa. Conferencista de diversos foros nacionales e internacionales, Premio al Mérito Ecológico 2009 que otorga la SEMARNAT, Consejera Nacional, coordinadora del Núcleo Jalisco y presidenta de la región occidente del CCDS generación 2008-2011. Consejera social de la Coordinación de Evaluación de la Política Nacional de Cambio Climático 2014-2018.

Gutiérrez González, María de Lourdes
io_2003_27@hotmail.com
Egresada de la Universidad Autónoma de Guadalajara. Laboró en el área ambiental durante tres administraciones de gobiernos municipales en Villa de Álvarez Colima. Cursó diplomados en el área de legislación ambiental y tiene publicaciones como el *Manual de árboles útiles para la recuperación ambiental en las ciudades de Villa de Álvarez y Colima*. Fue participante en diversos cursos promovidos por la CONAFOR tales como: residuos sólidos en comunidades rurales, áreas naturales protegidas y sitios con potencial turístico, aplicaciones de los sensores remotos y sistemas de información geográfica en el estudio del desarrollo sustentable, conservación y restauración de suelos forestales, manejo forestal sustentable en selvas, entre otros. Administradora de la empresa Ventus Sistema Ambiental, con operaciones en varios estados del país y participante en la operación de actividades productivas en comunidades del estado de Colima, en el ámbito agrícola y en el uso de materiales de la región, así como la defensa de causas sociales en favor del medio ambiente en el estado.

Guzmán Barrera, Rosa María
Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA)
rosa.guzman@inapesca.gob.mx
Hizo estudios de Licenciatura en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Laboró como profesor e investigador en el Laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias de la UNAM, como técnico académico en el Laboratorio de Análisis Físicos y Químicos del Ambiente en

Instituto de Geografía, UNAM. Labora desde 1995 en el Centro Regional de Investigación Pesquera del Instituto Nacional de Pesca, trabajando en lagunas costeras sobre calidad de agua, sedimentos, peces y organismos bentónicos, y en la construcción, instalación y seguimiento ambiental y pesquero de arrecifes artificiales.

GUZMÁN HERNÁNDEZ, LUIS
Universidad de Guadalajara (UDG)
lguzman@cucsur.udg.mx
Labora en el Departamento de Ecología y Recursos Naturales, CUCSUR Universidad de Guadalajara.

HARKER, MOLLIE FAVOURITE
Universidad de Guadalajara (UDG)
mharker@cucba.udg.mx
Egresada de la Universidad de Guadalajara con Maestría en Sistemática Vegetal. Labora desde 1995 en el Herbario Luz María Villarreal de Puga, en el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara. Docente y curadora de la colección de Asteraceae del Herbario IBUG. Ha publicado artículos en *Brittonia, Acta Botánica Mexicana, Botanical Sciences* e *Ibgana*.

HERMOSILLO GONZÁLEZ, ALICIA
Universidad de Guadalajara (UDG)
gueri25@hotmail.com
Doctora en Ciencias, egresada del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Se ha dedicado al estudio de los moluscos opistobranquios del pacífico mexicano y ha publicado numerosos artículos científicos y libros sobre este grupo taxonómico. Ha descrito nuevas especies y realizado inventarios detallados de los opistobranquios de Bahía Banderas, Jalisco y de Isla Isabel, Nayarit.

HERNÁNDEZ BAZ, FERNANDO
Universidad Veracruzana (UV)
fhernandez@uv.mx
Biólogo, Maestro y Doctor en Ciencias por la Universidad Veracruzana. Actualmente se desempeña como académico docente de tiempo completo C en la Facultad de Biología-Xalapa. Coordina el cuerpo académico de Entomología y Parasitología. Ha dirigido 20 tesis y cuenta con 45 artículos de investigación, cuatro libros, 22 capítulos de libros. Es miembro del sistema nacional de investigadores nivel 1 (CONACYT) y profesor con perfil deseable PRODEP-SEP. Sus áreas de interés son la taxonomía, ecología, biogeografía y colecciones entomológicas.

HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, LAURA YOLOXOCHITL
Centro Ecológico de Cuyutlán "El Tortugario"
tortugacuyutlan@hotmail.com
Licenciada en Ciencias con Especialidad en Biología por la Universidad de Colima, con Especialidad en Ciencias del Ambiente, Gestión y Sustentabilidad. Especialista en monitoreo, manejo y conservación de cocodrilos y tortugas marinas.

HERNÁNDEZ VÁZQUEZ, SALVADOR
Universidad de Guadalajara (UDG)
cajoweah@hotmail.com
Biólogo egresado de la Universidad de Guadalajara, Maestría en Ecología Marina en el CICESE, y Doctorado en Ciencias Marinas en el CICIMAR-Instituto Politécnico Nacional. Laboró en el Instituto Manantlán, Universidad de Guadalajara de 1991 a 1993, y desde 1993 a la fecha trabaja en el Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de la Zona Costera, Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara. Sus principales actividades de investigación están relacionadas con el monitoreo de aves acuáticas en humedales costeros, y en aspectos de la ecología trófica y reproductiva de aves marinas en sistemas insulares del pacífico central mexicano. Ha publicado cerca de 50 trabajos en los que se incluyen artículos en revistas científicas, capítulos de libros y libros. Es revisor de artículos de las revistas *Biología Tropical, International Journal of Tropical Biology and Conservation,* HUITZIL,

*Southwestern Naturalist, Acta Zoologica Mexicana*, entre otras.

Huidobro Campos, Leticia.
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
leticia.huidobro@inapesca.gob.mx
Doctora en Ciencias. Profesora de asignatura A en el Departamento de Ecología y Recursos Naturales de la UNAM.

Ibarra Manríquez, Guillermo
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
gibarra@cieco.unam.mx
Licenciatura y Doctorado realizados en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, y Maestría en el Colegio de Posgraduados de Chapingo. Fue técnico académico en la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, del Instituto de Biología (UNAM). Sus investigaciones se enfocan en comunidades vegetales (estructura, diversidad y atributos funcionales), taxonomía de Moraceae y estudios florísticos en diversas partes del país. Ha publicado 71 artículos arbitrados, cuatro libros nacionales, ocho capítulos de libro nacionales y dos internacionales, y coeditado un libro internacional. Es investigador nacional nivel II del SNI y actualmente es el presidente de la Sociedad Botánica de México, A.C.

Iglesias Mendoza, Ricardo
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
iglesias60@yahoo.com
Profesor de asignatura A de cursos de licenciatura y talleres universitarios. Dos cursos extramuros y uno en el extranjero. Revisor de 12 tesis de licenciatura y dos de maestría. Revisor de artículos científicos en revista internacional. Tiene siete publicaciones científicas con 15 especies descritas, 20 artículos de divulgación y dos capítulos de libro.

Izquierdo Espinal, Carlos Enrique
Universidad de Colima (UCOL)
ceizes@gmail.com
Médico Veterinario Zootecnista egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco (UAM-X), Maestría del Institut National Polytechnique de Toulouse Francia, Doctorado en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Universidad de Colima. Labora en la Facultad de Medicina Veterinaria de Universidad de Colima, como titular de la cátedra de mejoramiento genético. Su línea de investigación es la Evaluación y rescate de recursos genéticos animales, destacando sus contribuciones científicas para el mejor conocimiento de las poblaciones de cabras y gallinas criollas de Colima y de los borregos de Isla Socorro.

Jiménez Covarrubias, Jaime
Dirección de Ecología del Ayuntamiento de Colima
ecología@colima.gob.mx
Egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima, con el título de Ingeniero Agrónomo. Experiencia en vivero de plantas frutales, forestales y ornamentales. Actualmente encargado del Área de Conservación de los Recursos Naturales de la Dirección de Ecología del Ayuntamiento de Colima. Responsable de dasonomía urbana, desarrollo de programas para la conservación, protección de flora urbana, reforestación urbana, legislación ambiental, evaluación de impacto ambiental, educación ambiental, procedimientos administrativos, inspección, vigilancia y sistemas de gestión de calidad.

Jiménez Hernández, Angélica Lizeth
Universidad de Colima (UCOL)
acilegnak@gmail.com
Ingeniera en Recursos Naturales por la Universidad de Guadalajara y Maestra en Ciencias de la Tierra. Especialista en Medio Ambiente, Gestión y Sustentabilidad. Tiene capacitaciones en gobierno y gestión local por el US Service Forest en manejo integrado de cuencas. Coordinadora de Proyectos de la Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente, A.C. Premio Estatal de la Juventud 2010-Medio Ambiente. Ha colaborado con el Gobierno del Estado para la

modificación del Programa Estatal de Educación Ambiental y el Programa Estratégico de Acciones contra Cambio Climático.

Jiménez Machorro, Rolando
Herbario Asociación Mexicana de Orquideología, A.C. (amo)
herbamo@prodigy.net.mx
Estudió la Licenciatura en Biología en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Desde hace 26 años trabaja en el Herbario amo como ilustrador científico e investigador. Su área de interés es la taxonomía de las orquídeas de México, en especial la tribu Oncidiinae y los géneros *Habenaria* y *Malaxis*. Ha realizado más de 2000 dibujos de línea, principalmente del género *Epidendrum* y de especies de orquídeas mexicanas y participado en publicaciones como *Las orquídeas de Morelos, la subtribu Oncidiinae en la flora del bajío y regiones adyacentes*, y en varios artículos científicos.

Jiménez Quiroz, María del Carmen
Instituto Nacional de Pesca (inapesca)
carmen.jquiroz@inapesca.gob.mx
Egresada de la Licenciatura en Biología en la uam; Maestría por el cicimar-ipn y Doctorado en Biología por la unam. Investigadora en el Instituto Nacional de Pesca (inapesca) desde 1991 a la fecha. Desde 1994 hasta el 2000, participante del Programa Nacional de Investigación y Manejo de Tortugas Marinas. Desde 2001 es parte del Laboratorio de Geomática. Responsable del *Boletín hidroclimático de los mares de México*, así como de un proyecto de evaluación de la productividad biológica de Bahía Magdalena, Baja California Sur. Autora de cinco publicaciones arbitradas y de 24 como coautora, de estas últimas 13 fueron capítulos de libro. Editora del libro *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*.

Jiménez Ramón, Gloria Alicia
Universidad de Colima (ucol)
alicejim@ucol.mx
Licenciatura, Maestría y Doctorado en Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (unam). Diploma de Estudios a Profundidad en Biología Vegetal Tropical y candidatoa doctor por la Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, France. Profesora e investigadora de la Facultad de Ciencias de la unam, Universidad Autónoma Chapingo e Instituto Oceanográfico de la Secretaría de Marina. Desde 1986 labora en el Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad de Colima, trabajando sobre humedales costeros de marismas de la costa tropical del pacífico mexicano y manglares del estado de Colima. Ha publicado diversos artículos de índole científico y de divulgación.

Kennedy, Michael L.
University of Memphis
mlkenndy@memphis.edu
Licenciatura y Maestría por la Universidad de Memphis, Doctorado en la Universidad de Oklahoma. Profesor de Biología, director de la Estación Biológica Edward J. Meeman, y Codirector del Centro de Investigación Ecológica, del Departamento de Ciencias Biológicas, de la Universidad de Memphis. Su enseñanza se concentra en la biología de mamíferos, ecología y biología de la conservación. Ha recibido numerosos honores y premios de su Universidad, así como de algunas organizaciones profesionales. Editor del *Journal of Mammalogy* y editor en jefe de *The Southwestern Naturalists*.

Landa Jaime, Víctor
Universidad de Guadalajara (udg)
landav@costera.melaque.udg.mx
Licenciatura en Biología en la Universidad de Guadalajara con la tesis Moluscos bentónicos de la laguna costera. Agua Dulce, Jalisco, México. Maestría en la Universidad Nacional Autónoma de México con la tesis Moluscos bentónicos del sistema lagunar-estuarino Agua Dulce-El Ermitaño. Doctorado en la Universidad Autónoma de Nayarit con la tesis Bases

ecológicas de los caracoles marinos del género *Conus* en el arrecife coralino de Tenacatit, Jalisco, México. Profesor-investigador titular C en el DEDSZC-CUCSUR de la Universidad de Guadalajara con perfil PRODEP y miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Producción constante de artículos científicos, capítulos de libro, artículos de divulgación, desde 1996 a la fecha sumando aproximadamente 45 productos. Docente desde hace 20 años en la carrera de Biología Marina de la UDG en los cursos de Zoología Marina I y Taxonomía de Invertebrados I. Más de 100 participaciones nacionales e internacionales en las modalidades de ponencias orales y carteles, en congresos nacionales e internacionales.

LARA CHÁVEZ, BASILIO
Universidad de Colima (UCOL)
blara30@ucol.mx
Ingeniero Arquitecto por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional. Maestría en Ingeniería Portuaria por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Tamaulipas; Doctorado en Ciencias del Mar con Especialidad en Ingeniería Marítima y Portuaria por la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña y la Universidad de Barcelona, España; Doctorado en Marina Civil con especialidad en Ingeniería y Seguridad Portuaria por la Facultad Náutica de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña, España.

LEMUS JUÁREZ, SEBASTIÁN
Universidad de Colima (UCOL)
sebastian.lemusv@gmail.com
Egresado de la Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. Doctorado en L´Univertisé de Montpellier III, Francia. Laboró durante 28 años en el Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CUIDA-UCOL), donde participó en docencia, asesoría de tesis en nivel licenciatura, maestría y doctorado. Coautor de una patente, autor de artículos científicos y capítulos de libro. Actualmente jubilado y dedicado a la difusión científica de manera independiente.

LEÓN PANIAGUA, LIVIA SOCORRO
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
llp@ciencias.unam.mx
Cursó sus estudios de Licenciatura, Maestría y Doctorado en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Desde hace más de 30 años es la curadora de la Colección de Mamíferos del Museo de Zoología de la misma Facultad. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores y al Programa de Estímulos a la Productividad Académica de la UNAM. Ha publicado más de 40 artículos y capítulos de libro en revistas internacionales y con arbitraje. Realiza investigación sobre sobre el conocimiento mastofaunístico de algunas zonas montanas de nuestro país, sistemática y biogeografía de mamíferos en Mesoamérica con énfasis en roedores arborícolas y murciélagos, así como patrones filogenéticos y filogeográficos.

LIÑÁN CABELLO, MARCO AGUSTÍN
Universidad de Colima (UCOL)
linanmarco@hotmail.com
Profesor-investigador de la Universidad de Colima, Doctorado en Biotecnología Marina (CICESE, México). Labora en la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima. Ha realizado diversas investigaciones relacionadas con la evaluación de estrés en organismos marinos. Realiza investigaciones relacionadas con restauración de poblaciones coralinas. Ha publicado más de 24 artículos indizados y publicado tres libros.

LÓPEZ HIGAREDA, DIANA
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
d.lopezhigareda@gmail.com
Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias de la UNAM, cursó la Maestría en Ciencias Ambientales en la Universidad Simón Bolívar. Colabora con el Museo de Zoología Alfonso L. Herrera (MZFC–UNAM, mamíferos), en el

mantenimiento e incremento de colecciones científicas y en proyectos sobre biodiversidad, así como cambio climático. Ha participado en congresos nacionales e internacionales como el IV Foro Mundial del Agua donde fue oradora en la clausura. Es participante en diversas OSC sobre desarrollo comunitario, jóvenes y capacitación. Es consultora en línea base, evaluación de impacto ambiental y contaminación de suelos y agua, y ha ocupado cargos en instancias gubernamentales locales y federales (SEMARNAT y SRA).

López Pérez, Joel
Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)
joel.jolopez@gmail.com
Doctor en Ciencias por la Universidad de Colima, con más de 30 años de experiencia docente en sistemas de innovación educativa, relacionados con el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL). Investigador de los recursos genéticos vegetales y animales adaptables a las condiciones de sequía. Autor de más de 40 publicaciones en revistas arbitradas y de divulgación y nueve libros, en estos trata, además de temas relacionados con la innovación educativa y la filosofía de la ciencia, algunas de sus experiencia en el ámbito de la biotecnología y la producción agropecuaria alternativa, como la producción de avestruces, de cactáceas y dioscóreas, así como tratados sobre el juego de pelota prehispánico en el ámbito de la cultura mesoamericana.

López Ramírez, Armando
Universidad Veracruzana (UV)
armlopez@uv.mx
Es biólogo y labora en el Instituto de Investigaciones Forestales de la Universidad Veracruzana.

Luis Martínez, Moisés Armando
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
alm@ciencias.unam.mx
Maestro en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México (1991). Ha publicado 75 artículos científicos y realizado más de una docena de estancias como investigador visitante en colecciones de instituciones de Estados Unidos e Inglaterra. Profesor titular del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, donde labora desde 1983. Es coordinador del Museo de Zoología y curador de la colección de Lepidoptera. Imparte cátedra en la misma facultad en el área de Sistemática y Biogeografía y dirige a estudiantes de licenciatura y posgrado. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1.

Llorente Bousquets, Jorge Enrique
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
jlb@ciencias.unam.mx
Doctor en Ciencias por la UNAM. Profesor e investigador visitante en instituciones de numerosos países de América y Europa. Fundó (1978) y dirigió el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, por más de 10 años. Fundador de CONABIO como director de Análisis y Prioridades. Fue coordinador internacional de la Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática (RIBES). Ha dirigido más de 50 tesis: de licenciatura (20) y maestría-doctorado (>30). Publicó 73 libros, 140 artículos científicos especializados, 33 artículos de divulgación y 155 capítulos en libros. Es profesor de historia y filosofía de la biología, taxonomía y biogeografía. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 3.

Maldonado Orozco, Julia Alejandra
julia_maldonado@hotmail.com
Egresada de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Laboró en la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, en la Subdelegación de Recursos Naturales, encargada del área de vida silvestre. Ha capacitado a ejidatarios y comuneros, a personal de seguridad pública en los diferentes niveles de gobierno del estado de Colima, sobre legislación ambiental en materia de vida silvestre y el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales. Actualmente labora en una consultoría ambiental realizando diversos proyectos relacionados con el manejo y aprovechamiento forestal y de vida silvestre, y la restauración de los recursos naturales.

**Márquez Millán, René**
lkempii@prodigy.net.mx
Graduado del Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Trabajó entre los años 1963 y 2001 en el Instituto Nacional de la Pesca de la SEMARNAP, como director de la Estación de Biología Pesquera y como coordinador del Programa Nacional de Investigación de Tortugas Marinas hasta 2001. Ha sido asesor, comisionado por la FAO en Cuba y trabajado en programas binacionales de México y EUA, Cuba, Japón, Costa Rica y otros países de la región. Fue delegado de México en el Comité Científico de la Convención Interamericana para la Conservación de las Tortugas Marinas, desde su fundación hasta agosto de 2015. Ha presentado conferencias en México y en el extranjero, y publicado varios libros y trabajos científicos en revistas internacionales y nacionales, algunos de ellos en la FAO. Ha recibido reconocimientos nacionales, como el Premio Nacional de la Administración Pública, el Sea Turtles, Inc. International Conservation Award, Isla Padre, el Premio Atlántico de Medio Ambiente en Fuerte Ventura, Islas Canarias.

**Martínez Cruz, Juan**
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
jmc@cieco.unam.mx
Licenciatura en Biología y Maestría por la Universidad Nacional Autónoma de México con especialidad en Biología Ambiental, con tesis en el tema Áreas de Prioritarias para la Conservación de la Riqueza Arbórea de Colima. He trabajado principalmente en el conocimiento florístico de la parte centro-occidental del país como parte de proyectos financiados por CONACYT, CONABIO e INE. Labora como técnico académico titular en un jardín botánico llamado Ecojardín, el cual está adscrito al Instituto de Investigaciones en Ecosistema y Sustentabilidad. Ha publicado artículos indexados de flora y vegetación, así como libros en formato de guías ilustradas de la flora de México.

**Martínez Gómez, Juan Esteban**
Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)
juan.martinez@inecol.mx
Egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Estudios de Maestría en Villanova University bajo la dirección de Robert Curry y de Doctorado en University of Missouri-Saint Louis bajo la dirección de Robert Ricklefs. Ha realizado estudios de las especies endémicas y en peligro de extinción en el Archipiélago de Revillagigedo, así como de su vegetación. Coordina el Proyecto Paloma de Socorro. Es un investigador nacional adscrito al Instituto de Ecología, A.C. del CONACYT.

**Medina Lemos, Rosalinda**
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
rmedina@ib.unam.mx
Coordinadora del proyecto institucional Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, vinculada desde sus inicios (1979), actualmente es la editora de esta flora. Ha trabajado en la sistemática y taxonomía del género *Bursera* en México, en colaboración con el doctor Rzedowski, publicando cinco especies nuevas para la ciencia. Los tres últimos años se ha dedicado a delimitar las especies inmersas en el Complejo simaruba y el Complejo fagaroides. Ha participado en la publicación de los libros *Biodiversidad de Oaxaca, Diversidad florística de Oaxaca* y en la obra de José Mariano Mociño y Martín de Sessé, *La Real Expedición Botánica a Nueva España*, editada por Siglo XXI Editores y la UNAM.

**Mendoza Morales, Alma Jocelyn**
Universidad de Guadalajara (UDG)
almajocelynmendoza@gmail.com
Egresada de la Facultad de Ciencias Marinas (FACIMAR) de la Universidad de Colima. Estudiante de Doctorado Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (BEMARENA) de la Universidad de Guadalajara. Laboró en diversos proyectos como consultor externo evaluador de impacto ambiental en las ciudades de Cihuatlán, Jalisco, y Manzanillo, Colima, en el monitoreo de manglar en la Laguna de Cuyutlán, Colima y Barra de Navidad, Jalisco. Ha participado en expediciones de investiga-

ción a la Isla Socorro y en dos cruceros oceanográficos organizados por la Universidad de Colima y Secretaría de Marina Armada de México.

MICHEL LÓPEZ, CLAUDIA YARED
Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
michelc@uabc.edu.mx
Bióloga egresada de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima (FCBA), Maestría en la Universidad Autónoma de Zacatecas y Doctorado por el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Zacatecas (ICA-UABC). Trabaja como profesor e investigador en el área de biotecnología agrícola, realiza estudios en plantas del desierto expuestas a metales pesados con fines de fitorremediación de suelos contaminados en las zonas áridas y semi-áridas del norte de México.

MICHEL MORFÍN, JESÚS EMILIO
Universidad de Guadalajara (UDG)
michel@costera.melaque.udg.mx
Egresado de la Licenciatura en Biología por la Facultad de Ciencias de la Universidad de Guadalajara (UDG), Maestría en Ecología Marina y Doctorado en Ciencias Marinas por el CICIMAR del Instituto Politécnico Nacional (IPN), posdoctorado en Texas A & M University-Corpus Christi. Desde hace 30 años se desempeña como profesor e investigador en la Universidad de Guadalajara. Actualmente es jefe del Laboratorio de Ecología de Invertebrados y académico en el Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras-CUCSUR-UDG. Ha publicado 50 contribuciones científicas (40 artículos y 10 capítulos de libros) y ha dirigido 25 tesis de licenciatura y posgrado. Profesor perfil PRODEP y miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Sus líneas de investigación incluyen dinámica poblacional de invertebrados marinos de interés, ecología de moluscos Conoideos y el estudio de ambientes arrecifes e insulares en el pacífico tropical.

MICHEL ROSALES, ARNOLDO
Universidad de Colima (UCOL)
amichel_20@hotmail.com
Profesor e investigador jubilado de la Universidad de Colima. Laboró en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Experto en el programas de forrajes tropicales.

MIRANDA MORENO, ANDRÉS GELACIO
Universidad Autónoma Chapingo (UACH)
mimag2010@gmail.com
Profesor de asignatura de las materias de dendrología, biodiversidad vegetal I (gimnospermas), biodiversidad vegetal II (angiospermas) fisiología forestal y ecofisiología forestal en las carreras de Ingeniería en Restauración Forestal, Ingeniería Forestal e Ingeniería Forestal Industrial, desde el año de 2007.

MORÓN RÍOS, MIGUEL ÁNGEL
Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)
miguel.moron@inecol.mx
Egresado de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, doctorado en la misma Facultad. Laboró en la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, el Instituto de Biología UNAM y desde 1981 trabaja en el Instituto de Ecología, A.C. Sus principales actividades actuales son la investigación básica y la formación de estudiantes de posgrado en la línea de investigación sobre Sistemática, Morfología, Biología e importancia agropecuaria de adultos y larvas de Coleopteros Scarabaeoidea en América Latina, con énfasis en la Zona de Transición Mexicana. Ha publicado 250 artículos en revistas, 12 libros y 64 capítulos de libro.

MULCAHY, DANIEL
Smithsonian Institution (SI)
mulcahyd@si.edu
Estudió biogeografía y especiación. Caracterizó datos de secuencias mitocondriales y nucleares para responder preguntas de sistemática, biogeografía, conservación y biodiversidad global. Realizó estudios conductuales en campo y con especímenes de museo. Combinó morfología, historia de vida y datos ecológi-

cos con datos moleculares, para estudiar historia natural y patrones asociados en el ambiente. Sus organismos de estudio son anfibios, reptiles y plantas. Sus sitios de trabajo son los desiertos del oeste de Norteamérica y el Neotrópico, y lugares como Sudáfrica, Mongolia y Myanmar.


### Naranjo García, Edna
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
naranjo@unam.mx


Egresada de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Realizó su Maestría y Doctorado en la Universidad de Arizona. Es investigadora del Instituto de Biología y curadora de la Colección Nacional de Moluscos desde 1988. Estudia taxonomía y biogeografía de moluscos continentales (dulceacuícolas y terrestres). Ha presentado 95 ponencias en congresos nacionales e internacionales. Ha dirigido tesis de licenciatura y posgrado. Ha publicado 41 artículos científicos, 10 en extenso en memorias, 10 de divulgación, 18 capítulos en libros. Ha hecho la revisión de dos libros. También ha traducido las claves para identificación a género de moluscos terrestres. Ha editado un libro y las memorias de un congreso. Ha compilado trabajos de un seminario. Ha sido árbitro para numerosas revistas científicas especializadas. Es coeditora del *Boletín de la Sociedad Internacional de Malacología Médica y Aplicada* del International Newsletter of the Medical and Applied Malacological Society. Fue investigadora asociada por el Carnegie Museum of Natural History por varios periodos. Ha evaluado numerosos proyectos para investigación. Ha organizado diversas actividades académicas.


### Nieves Ventura, Fernando
Universidad de Colima (UCOL)
crocodriliano@gmail.com


Egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana (UMSNH). Laboró por 15 años en la Dirección de Ecología del Gobierno del Estado de Colima, adquiriendo capacitación y experiencia en Administración Pública y Gestión Ambiental, Ordenamiento Ecológico Territorial, Impacto Ambiental, Vida Silvestre, Sistemas de Información Geográfica, Restauración Ecológica, Áreas Naturales Protegidas y Calidad del Aire. Ha cursado diplomados en Gestión, Conservación, Manejo de Recursos Naturales. Es profesor de la Universidad de Colima y docente del Instituto Tecnológico de Colima. Ha publicado notas sobre técnicas aplicadas en campo para el conocimiento de los hábitos alimentarios *in vivo* en tortugas marinas, para los Centros Regionales de Investigación Pesquera (CRIP).


### Noguera Martínez, Felipe Arturo
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
fnoguera@unam.mx


Estudió Biología en la Universidad Veracruzana, Maestría y Doctorado en la Universidad Nacional Autónoma de México, y un Postdoctorado en la Universidad de California en Berkeley. Tiene 32 artículos de investigación publicados. 12 libros y capítulos de libros, dos notas científicas.


### Núñez López, Nora Minerva
Universidad de Guadalajara (UDG)
nnunez@cucsur.udg.mx


Ingeniero Agrónomo Forestal por la Universidad de Guadalajara, con Maestría en Educación en la Universidad de Santander y estudiante del Doctorado en Dirección de Organizaciones en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Es profesora e investigadora del Departamento de Ecología y Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Ha participado como autora de 10 artículos científicos y cinco capítulos de libros. Ha presentado más de 40 ponencias en eventos académicos nacionales e internacionales. Actualmente cuenta con reconocimiento PRODEP por la Secretaría de Educación Pública.


### Olivos Ortiz, Aramis
Universidad de Colima (UCOL)
aolivos@ucol.mx

Profesor-investigador titular B, Nivel I en el SNI y reconocido con perfil PRODEP. Pertenece al cuerpo académico consolidado UCO-CA-95. Investigación en distribución y disponibilidad de nutrientes inorgánicos disueltos, sus relaciones estequiométricas y su influencia en la generación de proliferaciones algales; estudio de procesos biogeoquímicos entre la columna de agua y sedimentos; e hidrología y su influencia en manejo de recursos marinos. Académico en la Licenciatura en Oceanología y Maestría en Ciencias del Mar de la Facultad de Ciencias Marinas.

Olvera Vargas, Miguel
Universidad de Guadalajara (UDG)
molvera@cucsur.udg.mx
Profesor-investigador titular de la Universidad de Guadalajara. Doctorado por la Universidad de Oxford en el Reino Unido. Investigador Nacional Nivel I del SNI y profesor perfil Promep. Especialista en silvicultura, manejo y ecología forestal, incluyendo estudios ecológicos de largo plazo, así como el estudio de patrones de distribución espacial y temporal de ecosistemas terrestres. Autor de capítulos de libros y artículos científicos en revistas indizadas nacionales e internacionales de alto impacto. Profesor docente del curso silvicultura en la licenciatura, así como de ecología cuantitativa en el posgrado. Director de tesis de licenciatura y posgrado.

Ongay Delhumeau, Enrique
eongay@gmail.com
Biólogo, egresado de la UAM Xochimilco. Diplomado en Planeación y Sistemas, UIA. Posgrado en Ciencias en Ecología y Ciencias Ambientales, UNAM y candidato a Doctor en Manejo de Recursos Bióticos por la UAQ. Especialista en el desarrollo de métodos para EIA, OET, EAE, planeación y gestión ambientales. Asistente de investigador, ANUIES; investigador asociado del INSP; consultor OEA y coordinador de proyectos de Planeación y gestión ambientales. Su actividad profesional se centra en la aplicación y desarrollo de métodos para la planeación y gestión ambientales.Cuenta con varias publicaciones internacionales en revistas especializadas, capítulos de libros y diversos informes técnicos.

Orozco Plascencia, José Manuel
Universidad de Colima (UCOL)
manuel_orozco@ucol.mx
Egresado de la Licenciatura en Economía de la Universidad de Colima, de la Maestría en Estudios Urbanos de El Colegio de México y del Doctorado en Relaciones Transpacíficas de la Universidad de Colima. Labora como profesor e investigador de la Facultad de Economía desde 2006 a la fecha, de la cual es actualmente director. Líder del cuerpo académico 73, Economía y desarrollo sustentable, en el que desarrolla las líneas de investigación asociadas al desarrollo regional y competitividad urbana. Coautor de tres libros, cinco artículos en revistas indexadas y más de 10 capítulos de libro.

Ortiz Bermúdez, Enrique
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
eortiz@ib.unam.mx
Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Profesor de botánica en la misma institución durante 11 años. Técnico académico del Instituto de Biología de la UNAM. Especialista en el manejo de bases de datos y sistemas de información geográfica aplicados en estudios de la diversidad de plantas en México. Tiene 25 artículos publicados, dos libros y tres capítulos de libros.

Palacios Vargas, José G.
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
troglolaphysa@hotmail.com
Profesor titular C de la Facultad de Ciencias, UNAM e investigador nacional del SNI. Tiene 38 años dedicados a la investigación sobre microartrópodos del suelo y de las cuevas de México. Ha descrito 313 taxa nuevos para la ciencia y además publicado trabajos de ecología. Ha impartido 74 cursos a nivel de Licenciatura, además de 19 en el posgrado y siete cursos extramuros. Autor de 252 artículos científicos y 126 de difu-

sión; siete libros y 25 capítulos de libros. Ha presentado más de 70 ponencias en congresos y simposios nacionales y más de 70 en eventos internacionales.

Patiño Barragán, Manuel
Universidad de Colima (ucol)
mpkile@ucol.mx
Egresado de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima, Doctorado de la Universidad de Santiago de Compostela España. Ha laborado en la Universidad de Colima desde 1985. Sus actividades principales actuales se relacionan con el estudio de la ictiofauna en la costa de Colima. Ha publicado 25 artículos y cuatro capítulos de libros.

Perdomo Velázquez, Héctor
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (conabio)
hector.perdomo@conabio.gob.mx
Licenciado en Biología por la Universidad de las Américas Puebla y Maestro en Ciencias Biológicas por el Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la unam. Ha realizado estudios sobre el efecto de caminos, huracanes, hábitat y ruido en aves de isla Cozumel. Ha impartido conferencias y talleres, realizado materiales didácticos, producido y participado en programas de radio y publicado en revistas científicas y de divulgación. Labora en la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, compilando y revisando los Estudios de Estado de biodiversidad de Colima, Oaxaca y Distrito Federal.

Pérez Contreras, Zitlalli Ireri
Universidad de Colima (ucol)
zitlallireri@gmail.com

Pérez Zamora, Octavio
Universidad de Colima (ucol)
octaviozamora@ucol.mx
Ph. Doctor en Soil Science de University of California, Davis. Maestro en Ciencias en Fertilidad y Nutrición de Plantas por el Colegio de Posgraduados de Chapingo. Ingeniero Agrónomo Especialista en Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo. Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (inifap) de 1969 a 2007. Actualmente profesor de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima, donde imparte cursos de hidráulica, nutrición vegetal y fertilidad de suelos, física y química de suelos, ciencias de la Tierra y paleobiología. Miembro del sni. Miembro de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, de la cual fue presidente durante el periodo de 1987 a 1988. Cuenta con más de 50 publicaciones en revistas indizadas, tanto nacionales como internacionales. Ha impartido cursos de capacitación en eventos varios, nacionales e internaciones, presidido la gira técnica de suelos tropicales en el transecto Acapulco-Cancún en agosto de 1964, durante el Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo, efectuado en México en 1964. Ha dirigido proyectos de investigación en fertilidad de suelos y manejo de suelos arcillosos, manejo del suelo y agua en cultivos varios y formado estudiantes de maestría y doctorado.

Provance, Mitch
University of California, Riverside (ucr)
mitchprovance@yahoo.com
Curador e investigador del herbario de la Universidad de California. Especialista en sistemática y taxonomía de Ebenaceae y *Chenopodium* del oeste de California, así como la flora de los estados mexicanos de Aguascalientes y Zacatecas.

Quijano Scheggia, Sonia Isabel
Universidad de Colima (ucol)
quijano@ucol.mx
Doctorado en la Universidad Politécnica de Cataluña. Profesor-investigador en la Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, donde labora desde 1981. Ha publicado trabajos sobre identificación morfológica y molecular de diatomeas. Ha dirigido tesis a nivel licenciatura y maestría. sni 1, perfil prodep.

Quiroz García, Davil Leonor
Instituto Politécnico Nacional (ipn)
dlquirozgar@yahoo.com.mx
Egresada de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del ipn, donde labora en el Departamento de Botánica. Maestro en Ciencias de la unam. Ha publicado 120 artículos, tres libros y dos capítulos.

Ramírez Amezcua, Yocupitzia
Instituto de Ecología, A.C. (inecol)
yocupitzia@yahoo.com
Egresó de la Licenciatura en Biología de la Universidad de Guadalajara y del Programa de Maestría de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Experto en sistemática y taxonomía de la subfamilia Acalyphoideae (Euphorbiaceae), especialmente de *Argythamnia sensu lato*. Colabora en proyectos como Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, Flora de Tehuacán y Flora Alpina del Centro de México. Cursa el Doctorado en el Insituto de Ecología, A.C. con un proyecto de filogeografía y modelado de nicho de especies endémicas del pastizal alpino del centro de México.

Ramírez Delgadillo, Raymundo † (1963-2011)
Universidad de Guadalajara (udg)
Fue Ingeniero Agrónomo egresado de la Universidad de Guadalajara. Cursó estudios de maestría en la Facultad de Ciencias (unam). Se le conoció por su labor docente, fue inspirador de agrónomos y biólogos, durante 20 años. Curador del Herbario ibug de la Universidad de Guadalajara por 13 años. Explorador incansable, realizó numerosos estudios florísticos en el occidente de México integrando una colección de 7 821 ejemplares. Escribió 22 artículos científicos, siete son descripciones de nuevas especies. A él también le fueron dedicadas seis especies. Su carácter siempre alegre y amable lo hicieron contar con gran cantidad de amigos y colegas, mismos que hoy lo homenajeamos a través de este libro.

Ramírez García, Enrique
Universidad Nacional Autónoma de México (unam)
eramgar@ib.unam.mx
Realiza actividades curatoriales en todas las colecciones biológicas de la Estación de Biología Chamela, actualizando y dando mantenimiento a los acervos en general. Asesora a los usuarios que consultan las colecciones biológicas. Es responsable particularmente de la colección entomológica, para la cual realiza actividades de colecta, así como actividades curatoriales del orden díptera. Captura datos para la integración de bases de datos sobre insectos. Toma fotografías al microscopio de diferentes grupos de insectos para formar un banco de imágenes sobre diversidad de las selvas secas de México, además de integrarse a bases de datos y página web. Participa en proyectos sobre biodiversidad de insectos en selvas secas y otros ecosistemas de México, del grupo de dípteros (familia Syrphidae), para la creación de listados faunísticos y otros productos que resulten de la investigación. Participa activamente en actividades de divulgación y tiene como responsabilidad la conducción de visitas guiadas para grupos escolares que acuden la Estación de Biología Chamela.

Ramírez Ruiz, Juan José
Universidad de Colima (ucol)
ramirez@ucol.mx
Egresado de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Maestría en Geofísica por la Universidad Técnica de Clausthal en Clausthal-Zellerfeld, Alemania y Doctor por la Universidad de Kiel, Alemania. Cursó una especialidad en Geología en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Laboró en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la uanl hasta 1994. Labora en la Universidad de Colima en el Observatorio Vulcanológico. El monitoreo geofísico del Volcán de Fuego de Colima es una de sus principales líneas de trabajo. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores desde 1995.

Rebolledo Domínguez, Óscar
oscarrd734@hotmail.com

Ingeniero Agrónomo, egresado del Colegio Superior de Agricultura Tropical. Maestría en Biología de la Producción con Especialidad en Microbiología, egresado de la Universidad de Colima. Doctor en Biotecnología Microbiana, por la Universidad de Colima. Docente e investigador en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima hasta 2014. Asesor de 15 tesis de licenciatura, ocho de maestría y cinco de doctorado. Autor y coautor de diez artículos en revistas científicas indizadas y con arbitraje externo.


Reynoso Dueñas, Jesús Jaqueline
Universidad de Guadalajara (UDG)
mezquite7@yahoo.com.mx


Egresada de la Facultad de Agronomía y Maestra en Ciencias en Biología (Sistemática Vegetal) por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara. Su principal contribución es al estudio de la flora del occidente de México. Imparte las asignaturas de espermatofitas, botánica y sistemática. Directora de cinco tesis, asesora (nueve) y sinodal (26). Notas de investigación (nueve), nueve artículos, cuatro libros y 19 capítulos. 48 ponencias y carteles de investigación. Organizadora y colaboradora de 14 eventos académicos especializados. Directora del Instituto de Botánica de 1998 a la fecha. Curadora del Herbario IBUG de 1994 a 1997. Presidenta de la Academia de Botánica de septiembre de 2006 a agosto de 2007. Responsable del cuerpo académico UDG-CA-48 Botánica y Conservación Biológica de 2006 a la fecha.


Ríos Jara, Eduardo
Universidad de Guadalajara (UDG)
eriosjara@gmail.com


Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM, obtuvo la Maestría en Ciencias en Ecología Marina en el CICESE y el Doctorado en Ciencias Marinas en la Universidad de Puerto Rico. Profesor-investigador en la Universidad de Guadalajara con 30 años de antigüedad y miembro del SNI-CONACYT. Realiza investigación en ecología y conservación de ecosistemas costeros tropicales e inventarios faunísticos. Ha publicado 40 artículos (35 indizados y cinco arbitrados). Realiza un inventario de la biota marina de Bahía Chamela y es asesor del proyecto Catálogo de Autoridades de Moluscos de México para la CONABIO. Participa en un proyecto sobre imposex en moluscos de Manzanillo, Colima financiado por PRODEP-SEP.


Ríos Muñoz, César Antonio
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
cesar.rios@unam.mx


Biólogo egresado de la Facultad de Ciencias (UNAM), maestría y doctorado por el Posgrado en Ciencias Biológicas (UNAM). Se ha especializado en biogeografía y análisis espacial, colaborando en diferentes proyectos de biodiversidad y enfermedades emergentes, principalmente con aves y mamíferos. Ha publicado varios artículos relacionados con sus áreas de especialidad. Se desempeña como docente de la Facultad de Ciencias, UNAM y realiza una estancia de investigación en la Unidad de Medicina Experimental y Centro de Enfermedades Tropicales de la Facultad de Medicina, UNAM.


Rivera Rodríguez, María Cruz
Universidad de Colima (UCOL)
mary_cruz@live.com.mx


Egresada de la Universidad Michoacana de la Facultad de Ciencias Biológicas. Doctorado en Ciencias Pecuarias de la Universidad de Colima. Especialidad en Ecología e Impacto Ambiental. Dos diplomados en Educación Ambiental. Responsable técnica del Centro Ecológico de Cuyutlán "El Tortugario". Directora de tres tesis en proceso sobre ecología poblacional de cocodrilo de río. Directora de una tesis de maestría sobre causas de mortandad en tortugas varadas en playa. Coordinadora de nueve sitios de monitoreo de cocodrilo de río en las lagunas costeras del estado de Colima. Profesor-investigador de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima.

Rodríguez Camarillo, María Guadalupe
camarillo11@hotmail.com
Egresada de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Juárez del Estado de Durango, Maestría en el Posgrado de Ciencias Forestales del Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, Doctorado en Posgrado de Botánica del Colegio de Posgraduados Campus Montecillo, Posdoctorado en el Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Ha participado en diferentes proyectos forestales y de la Cuenca del Río Nazas (RH36) en el estado de Durango, así como también en proyectos de áreas urbanas del Distrito Federal. Colaboradora de publicación de artículos científicos y de capítulos de libros. Ha participado en cursos a nivel maestría y licenciatura.

Rodríguez Gallegos, Gustavo
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)
gusrodg_onca@yahoo.com
Licenciatura de Biología en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, cursa la Maestría en Manejo de Recursos Naturales en el Centro de Investigaciones Biológicas de la misma universidad. Ha participado en la elaboración de más de 100 proyectos en materia de ordenamiento ecológico y territorial en más de 10 estados de la República, como Morelos, Chiapas, Guanajuato, Puebla, Hidalgo, Colima, Estado de México y el Distrito Federal, entre otros, fungiendo como responsable de las áreas de planeación ambiental y percepción remota. Ha participado en diversas mesas de discusión con la participación de expertos de diversos países latinoamericanos sobre el ordenamiento ecológico.

Rodríguez Guerrero, Clotilde
Universidad de Guadalajara (UDG)
Ingeniero en Recursos Naturales y Agropecuarios y pasante de la Maestría en Manejo de Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Fungió por dos años como auxiliar de apoyo en la División de Desarrollo Regional del Centro Universitario de la Costa Sur. Autor de un artículo científico y un capítulo de libro.

Román Guzmán, Tania
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-Colima)
gerenteccraa@gmail.com
Egresada de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales de Iztacala, de la Universidad Nacional Autónoma de México. Pasante de la Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Laboró de 1995-1997 y del 2000 al 2002 en la Dirección de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, del 2002 al 2007 en la SEMARNAT-Colima. Actualmente trabaja en la gerencia operativa de la Comisión de Cuenca del Río Ayuquila-Armería. Cuenta con tres diplomados y seis viajes de estudio internacionales. Ha desarrollado amplia experiencia de trabajo con grupos multidisciplinarios para buscar soluciones y conciliar intereses en conflictos ambientales.

Romero Almaraz, María de Lourdes
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
lromero22@hotmail.com
Egresada de la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó Maestría y Doctorado en la misma institución y una estancia postdoctoral en el Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History, en la Universidad de Oklahoma. Profesora de la Facultad de Ciencias desde 1987. Su trabajo se enfoca en la historia natural, reproducción y conservación de los mamíferos silvestres. Ha recibido varios reconocimientos incluyendo el George Miksch Sutton award (Southwestern Association of Naturalists) y varios reconocimientos durante sus estudios de licenciatura (UNAM) y posgrado. Es investigadora visitante asociada del Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History. Su trabajo incluye más de 60 artículos científicos y cuatro libros.

Rosales Adame, Jesús Juan
Universidad de Guadalajara (UDG)
jesusr@cucsur.udg.mx
Biólogo por la Universidad de Guadalajara, Maestría en Manejo Integrado de Recursos Naturales por el

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Cosa Rica desde 1998. Profesor-investigador titular C en el Departamento de Ecología y Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Las áreas de investigación son en Manejo de Agroecosistemas, Agroecología y Agroforestería Tropical. Profesor de la Ingeniería en Manejo de Recursos Naturales (IRNA) y la Maestría en Manejo de Recursos Naturales. Ha publicado más de 20 artículos científicos y de divulgación, más de seis capítulos de libro y se ha presentado en eventos académicos regionales, nacionales e internacionales.


### Ruiz Campos, Gorgonio

Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
gruiz@uabc.edu.mx


Biólogo egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León y Maestro en Ciencias en Ecología Marina por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Doctor en Ciencias en Ecología Acuática y Pesca por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Profesor e investigador titular C de tiempo completo en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California. Fundó la colección de peces de esa institución que ahora cuenta con un acervo de más de 320 especies del noroeste de México. Tiene un total de 110 publicaciones científicas en revistas arbitradas, y otras 20 publicaciones en disciplinas como ornitología y mastozoología, además de tres libros. Recibió en 1996 y 2011 el premio al Mérito Académico en Ciencias Naturales y Exactas por la UABC, y el Premio Nacional de Conservación de la Naturaleza 2015 por SEMARNAT-CONANP. Ha coordinado proyectos referentes a estudios taxonómicos, ecológicos y biogeográficos de peces nativos, con énfasis en el noroeste de México, así como la evaluación de los impactos de peces exóticos invasivos sobre la ictiofauna autóctona. Líder del cuerpo académico Estudios Relativos a la Biodiversidad de la UABC y de la Red de Especies Exóticas de México. Presidente (2006-2008) de la Sociedad Ictiológica Mexicana, A.C., coordinador actual del área noroeste de México del Desert Fishes Council, miembro activo de varias sociedades científicas internacionales, e investigador nacional nivel 2.


### Ruiz Montero, Angélica Patricia

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-Colima)
patricia.ruiz@col.gob.mx


Ingeniera en Bioquímica con Maestría en Ciencias de la Salud Ambiental por la Universidad de Guadalajara. Fungió como directora de Ecología en la Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno de Colima y como Directora del Instituto de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del gobierno estatal. Actualmente es delegada de la SEMARNAT en Colima.


### Salazar Chávez, Gerardo Adolfo

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
gasc@ib.unam.mx


Biólogo y Maestro en Ciencias por la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); Doctorado en Botánica en el Birckbek College, University of London. Laboró en el Herbario AMO como investigador, encargado de herbario y editor, y desde 1995 es académico del Departamento de Botánica del Instituto de Biología, UNAM. Ha publicado 90 artículos de investigación y varios libros, principalmente sobre sistemática de orquídeas, incluyendo 90 especies, subespecies e híbridos naturales nuevos para la ciencia. Sus líneas de investigación son la sistemática filogenética, taxonomía y evolución estructural de orquídeas neotropicales y el inventario y documentación de la diversidad de esta familia vegetal en México.


### Sánchez Bernal, Víctor Manuel

Universidad de Guadalajara (UDG)
vsanchezmetate@gmail.com


Licenciatura en Biología. Diplomado sobre Manejo de Áreas Naturales Protegidas en la Universidad de Fort Collins, Colorado. Maestría y Doctorado en Desarrollo Rural. Estudios sobre cacería de subsis-

tencia (etnozoología) y recolectores de guacamayas en los estados de Jalisco-Nayarit. Maestría y Doctorado en el Colegio de Postgraduados. Profesor e investigador titular B en el Instituto Manantlán del Centro Universitario de la Costa Sur (CUCSUR). Profesor en la Licenciatura en Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios (IRNA): sistemas agroalimentarios. estrategias de vinculación social, en la Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Naturales y en el Doctorado en Ciencias en Biosistemática, Ecología y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas (BEMARENA).

Sánchez Hernández, Cornelio
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
cornelio@unam.mx
Egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó Maestría y Doctorado en la misma institución. Ha trabajado como investigador de tiempo completo en el Instituto de Biología y como profesor en la Facultad de Ciencias desde hace 46 años. Su trabajo se enfoca en la historia natural, reproducción y conservación de los mamíferos silvestres. Ha recibido varios reconocimientos incluyendo el Donald W. Tinkle Research Excellence Award y el George Miksch Sutton award (Southwestern Association of Naturalists). Es investigador visitante asociado del Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores desde 1987. Su trabajo incluye más de 110 artículos científicos y cuatro libros.

Sanders, Andrew C.
University of California, Riverside (UCR)
andrew.sanders@ucr.edu
Curador e investigador del herbario de la Universidad de California.

Santana Hernández, Heriberto
Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA)
heriberto.santana@inapesca.gob.mx
Egresado de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera de la Universidad de Nayarit. Doctorado por el Posgrado Interinstitucional de Ciencias Pecuarias de la Universidad de Colima. Investigador del Instituto Nacional de Pesca en el CRIP-Manzanillo, a cargo de proyectos para el diseño y adecuación de artes de pesca que minimicen el daño a las tortugas marinas, entre otros desarrollos tecnológicos.

Santana Michel, Francisco Javier (†)
Universidad de Guadalajara (UDG)
fsantanam@cucsur.udg.mx
Fue Ingeniero Agrónomo por la Universidad de Guadalajara, con Maestría por la Universidad de Colima. Profesor con reconocimiento perfil Promep por la Secretaría de Educación Pública. Se desempeñó como jefe del Laboratorio de Botánica y presidente de Academia en el Departamento de Ecología y Recursos Naturales del Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara. Profesor de las carreras de Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios y la de Ingeniero Agrónomo en el CUCSUR. Participó como autor de dos libros científicos, siete capítulos de libros y 35 publicaciones en revistas indexadas. Se le rinde un homenaje a través de este libro.

Sáyago Lorenzana, Roberto Carlos
Universidad Autónoma de Guerrero (UAG)
robertosayago@hotmail.com
Biólogo egresado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con maestría y doctorado en Ciencias en el Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha trabajado aspectos de ecología y diversidad de las aves terrestres y de plantas epífitas vasculares en bosques templados y tropicales de México, conservados y con disturbios antropogénicos. Labora como profesor-investigador asociado D y como director de la Unidad Académica en Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Schnell, Gary D.
University of Oklahoma
gschnell@ou.edu

Egresado de la Universidad Central de Michigan, Maestría en la Universidad del Norte de Illinois y Doctorado por la Universidad de Kansas. Fue coordinador del Programa Internacional de Biología (Universidad de Texas) por un año y después trabajó en la Universidad de Oklahoma, en zoología y en el museo (42 años); y fue director del Inventario Biológico de Oklahoma (21 años). Ocupó diferentes cargos editoriales, como el de editor de *Systematic Zoology* y *The Auk*. En México, su interés se ha enfocado en el estado de Colima, donde ha estudiado a las aves y los mamíferos por más de 40 años. Es profesor y curador emérito de aves en el Sam Noble Oklahoma Museum of Natural History, continúa realizando investigaciones biológicas.

SERRANO BARQUÍN, REBECA ANGÉLICA
Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM)
raserranob@uaemex.mx

Geógrafa egresada de la Universidad Autónoma del Estado de México, con Especialidad en Gobierno y Administración Metropolitana y Regional por el Instituto Nacional de Admiración Pública. Maestría en Estudios Turísticos, UAEM. Coordinadora del Ordenamiento Ecológico Estatal de Colima y del Estado de México, publicados primero y tercero, respectivamente, en el contexto nacional. Participante en los ordenamientos ecológicos territoriales en subcuencas: Cuyutlán, Colima; Valle de Bravo, Nevado Sur en Estado de México; otros estudios regionales: Mariposa Monarca en Michoacán y Estado de México, Popocatépetl y su zona de influencia en Puebla, Morelos y Estado de México. Actualmente trabaja en la UAEM con temas sobre turismo, erosión de suelo, distribución geográfica del mosco AA y ordenación.

SILVA IÑIGUEZ, LIDIA
Universidad de Colima (UCOL)
lsilva@ucol.mx

Profesora y oceanóloga, con Doctorado en Oceanografía Costera de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California. Su investigación se enfoca a gestión y manejo costero, planeación y ordenamiento de playas, contaminación costera, impacto y educación ambiental. Es profesora e investigadora de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Marinas, cuenta con reconocimiento perfil PROMEP. Sus proyectos más relevantes para el programa son: evaluación de indicadores de calidad bacteriológica en arena y agua en playas turístico-recreativas de la bahía de Santiago; degradación y efectos de los residuos plásticos en entornos marinos, costeros y contaminación por microplásticos en la costa de Colima; potencial turístico de las bahías de Manzanillo; las playas como capital natural para el desarrollo sustentable y calidad ambiental de la zona costera en Manzanillo. Autora de capítulos de libros y artículos. Directora de tesis de licenciatura, especialidad y maestría. Coordinadora del posgrado en Ciencias del Mar de la Universidad de Colima.

SOLÍS MARÍN, FRANCISCO
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
fasolis@cmarl.unam.mx

Licenciatura en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Maestría en la Facultad de Ciencias UNAM y Doctorado en University of Southampton, Inglaterra. Investigador titular del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos del ICML, UNAM, profesor de asignatura de la Carrera de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Ha publicado 59 trabajos científicos en revistas indizadas (nacionales e internacionales), 29 trabajos científicos en revistas no indizadas, 37 capítulos de libros, seis libros y/o manuales, 18 trabajos de divulgación. Ha descrito nuevos taxa de equinodermos para distintas áreas del mundo (géneros y especies), ha presentado 102 trabajos en congresos nacionales y 121 trabajos en congresos internacionales. Ha dirigido 35 tesis (una de doctorado, 15 de maestría y 19 de licenciatura) y actualmente dirige nueve (tres de doctorado, cuatro de maestría y dos de licenciatura). Ha sido y es responsable de varios proyectos de investigación apoyados por CONABIO, PAPIIT, UNAM, etc. Ha realizado estancias de investigación en diversas colecciones científicas de

equinodermos en varias partes del mundo como: Estados Unidos de Norteamérica, Costa Rica, Perú, Cuba, Inglaterra, Italia, Dinamarca, Bélgica, Francia y Japón.

Sorani Dalbón, Valentino
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)
vsorani@yahoo.com.mx
Originario de Florencia, Italia, estudió la Licenciatura en Ciencias Agronómicas y Forestales en la Facultad di Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Florencia. Maestría en medio ambiente en el Instituto Nacional Agronómico Paris-Grignon, Francia con mención honorífica, Doctorado en Geología Aplicada en el mismo instituto. Reside en México desde el año 1988. Ha participado en la elaboración de más de 60 Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial en México, a nivel local y a nivel regional, entre los cuales destacan los ordenamientos del suelo de conservación del Distrito Federal y de los estados de Chiapas, Colima, Morelos y Guanajuato.

Sosa Ávalos, Ramón
Universidad de Colima (UCOL)
rsosa@ucola.mx
Profesor-investigador titular A, Nivel I en el Sistema Nacional de Investigadores con perfil deseable PRODEP 2013-2016. Pertenece al cuerpo académico Oceanología Regional (UCO-CA-32). Cultivó las LGAC Productividad Primaria y Flujos de Carbono y Acidificación DEL Océano. Imparte clases en la Licenciatura en Oceanología y Maestría en Ciencias del Mar de la Facultad de Ciencias Marinas. Seis tesis dirigidas de licenciatura y tres en proceso, dos tesis de maestría dirigidas y dos en proceso. Cuatro artículos como primer autor, cinco en coautoría, tres capítulos de libro como autor y un libro publicado.

Steinmann, Victor Werner
Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)
victor.steinmann@inecol.mx
Investigador del Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío, desde 2001. Obtuvo su licenciatura en University of Arizona y su doctorado en Claremont Graduate University, California. Trabaja florística de México, filogenética, taxonomía y es especialista de las familias Euphorbiaceae y Urticaceae. Tiene un interés particular en la diversidad de los ecosistemas tropicales, incluyendo los de alta montaña.

Torres Orozco, Ernesto
Universidad de Colima (UCOL)
etorres@ucol.mx
Doctorado en el CIBNOR y Maestría en Oceanografía Física en el CICESE. Profesor-investigador en la Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, donde labora desde 1984. Ha publicado trabajos sobre interacciones físico-biológicas del atún y pez vela, hidrodinámica de cuerpos de agua costeros. Ha dirigido tesis sobre hidrografía y masas de agua del pacífico mexicano, comportamiento de variables atmosféricas y aprovechamiento de energía marina. Evaluador de proyectos ECOS en ANUIES. Árbitro en las revistas *Hidrobiológica* y *Costas* de la UNESCO. Evaluador en CONACYT en estancias posdoctorales y sabáticas. Desarrolla proyectos de investigación en oceanografía física costera, riesgos asociados a fenómenos hidrometeorológicos costeros y al ENSO.

Torres Preciado, Víctor Hugo
Universidad de Colima (UCOL)
torrespreciado@ucol.mx
Licenciado en Economía por la Universidad de Colima, Maestro en Economía Aplicada por el Colegio de la Frontera Norte y Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma de Baja California. Profesor-investigador de tiempo completo en la Facultad de Economía de la Universidad de Colima. Experto en economía regional, crecimiento económico, economía del cambio tecnológico y métodos cuantitativos aplicados.

Vargas Fernández, Isabel
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
ivf@ciencias.unam.mx

Maestra en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha realizado siete estancias de investigación en el extranjero: cinco en museos estadounidenses, uno peruano y en el British Museum of Natural History. Autora de 42 artículos científicos sobre Lepidoptera en revistas especializadas, cinco libros y 14 capítulos de libro. Desde 1996 es coordinadora de la zona 11 de la sección Season Summary del News of the Lepidopterists Society. Es técnica titular del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM desde hace 27 años.

Vázquez López, José Martín
Universidad de Guadalajara (UDG)
mvazquez@cucsur.ug.mx
Egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Guadalajara, Maestro en Ciencias por el Colegio de Posgraduados. Profesor-investigador del Departamento de Ecología y Recursos Naturales en el Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad de Guadalajara desde 1995. Coordinador de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Agropecuarios de 2004 a 2013. Ha trabajado en proyectos de aprovechamiento de recursos forestales no maderables, en agroecosistemas y en bosques de encino. Se desempeña como profesor y atiende un proyecto sobre flujos de carbono en ecosistemas templados. Ha publicado cuatro artículos científicos, siete artículos de divulgación y un capítulo de libro.

Vizcaíno Vargas, Isaac
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)
vizcaino.isaac@inifap.gob.mx
Miembro de la Red de Investigación de Modelaje del INIFAP. Director de coordinación y vinculación del INIFAP en Colima. Jefe de campo y encargado de despacho del Experimental Tecomán del INIFAP. Auxiliar de investigación del programa de fertilidad en cítricos, plátano, maíz y arroz, en el Campo Experimental Tecomán del INIFAP, de 1979 a 1990. Investigador en el programa de Potencial Productivo en el Campo Experimental Tecomán del INIFAP, de febrero de 1997 a la fecha. Representante por INIFAP-México ante la Red Regional de Información y Documentación en Plátano y Banano para América Latina y el Caribe, durante los años 1998 al 2000.

Villaseñor Ríos, José Luis
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
vrios@ib.unam.mx
Es doctor por The Claremont Graduate School y actualmente investigador titular del Instituto de Biología, UNAM. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel III. Ha publicado 200 trabajos relacionados con la sistemática, fitogeografía y biología de la conservación de plantas vasculares, con énfasis en la familia Asteraceae. Ha dirigido 31 tesis, tanto de licenciatura como de postgrado. Ha impartido más de 120 conferencias en reuniones académicas, tanto en México como en el extranjero. Ha dirigido 22 proyectos de investigación con apoyo económico de diversas instituciones. Ha participado como editor asociado y como árbitro para revistas nacionales e internacionales.

Villegas García, José Rafael
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT-Colima)
forestales@colima.semarnat.gob.mx
Egresado de la Universidad Autónoma Chapingo. Su desarrollo profesional hasta la fecha ha sido en las áreas forestal, suelos y de vida silvestre.

Vega Rivera, Jorge H.
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
jhvega@ib.unam.mx
Egresado de la FES Iztacala, Maestría en Texas A&M University, Doctorado en Virginia Polytechnic Institute y un Postdoctorado en el Smithsonian Conservation Biology Institute. Investigador Titular A y SNI 1. Ha publicado 30 artículos científicos, tres artículos de divulgación, seis capítulos en libros y un libros. Coordinador y profesor del curso sobre Vertebrados del Bosque Tropical Seco (12 años), 11 cursos semestrales

de Ornitología, Biología de la Conservación, Ecología Cuantitativa y otros temas en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima; tres talleres sobre Técnicas para el Estudio y Conservación de Vertebrados. Desde 2007 es jefe de la Estación de Biología Chamela.

Vergara Santana, Martha Imelda
Universidad de Colima (UCOL)
vergara@ucol.mx
Egresada de la Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. Maestría en la Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpelllier, France. Doctorada en la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Colima. Laboró durante 28 años en el Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CUIDA-UCOL), donde participó en docencia, asesoría de tesis en nivel licenciatura, maestría y doctorado. Autora de una patente, artículos científicos y capítulos de libro. Actualmente jubilada y dedicada a la difusión científica de manera independiente, especialmente sobre las propiedades de *Hyptis suaveolens*.

Warren, Andrew D.
University of Florida (UF)
awarren@flmnh.ufl.edu
Realiza investigación en sistemática, biogeografía, biodiversidad, ecología y evolución de mariposas y polillas. Ha sido curador de la colecciones de mariposas de McGuire Center y de Florida Museum of Natural History de la Universidad de Florida.

Zacarías Salinas, Juan
Universidad de Colima (UCOL)
zsalinas@hotmail.com
Licenciado en Oceanología, egresado de la Universidad de Colima. Su experiencia se ha centrado en el mapeo de comunidades coralinas para su aprovechamiento integral.

Zaragoza Caballero, Santiago
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
zaragoza@ib.unam.mx
Egresado como biólogo, Maestro en Ciencias y Doctor de la Facultad de Ciencias de Universidad Nacional Autónoma de México. Incorporado al Instituto de Biología de la UNAM en 1961. Sus principales actividades actuales son: el estudio de la biodiversidad de insectos asociados al bosque tropical caducifolio y la curación de la Colección Nacional de Insectos (Coleóptera). Ha publicado 86 artículos en revistas arbitradas, 13 artículos en memorias, 15 capítulos en libros y dos libros. Coautor de la página *LINBOS*. Ha recibido reconocimiento “por su distinguida trayectoria académica y contribución a la coleopterología” por parte de la Universidad de Guadalajara. Ha sido distinguido con la medalla “Al mérito universitario” por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Zorrilla Ramos, María
mariazr10@gmail.com
Maestra en Estudios Regionales por el Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora y Licenciada en Ciencia Política por el Instituto Tecnológico Autónomo de México, con estudios de Doctorado en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. Ha laborado en el área de la política ambiental en diversos cargos en el gobierno federal, donde destaca el haber sido asesora del subsecretario de Planeación de la SEMARNAP, así como directora del Área de Investigación y Análisis en Política Pública Ambiental en el Instituto Nacional de Ecología. Trabaja en investigación y consultoría en temas que vinculan territorio, medio ambiente y sociedad, destacando su participación en proyectos con instituciones como la Universidad Autónoma de Querétaro, la CONABIO, el Instituto Nacional de Ecología (ahora INECC) y Centro Geo. Entre los principales proyectos que ha trabajado en los últimos cinco años destacan los vinculados a la conservación y el uso sustentable para la biodiversidad, la sistematización de información para facilitar la ges-

tión territorial, principalmente en el estado de Guanajuato, y en la región del Usumacinta-México, que comprende porciones de los estados de Chiapas y Tabasco, y el desarrollo de análisis, metodologías e instrumentos para la política pública de la adaptación al cambio climático. Tiene publicaciones es los temas de políticas públicas y conservación de suelos, servicios ambientales y diversidad biológica. En términos de docencia ha participado en diversos cursos y diplomados, así como docente de maestría en la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y en la Universidad del Medio Ambiente (UMA). Ha trabajado como consultora del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y de la Alianza Alemana de Cooperación al Desarrollo (GIZ) en temas relacionados con adaptación al cambio climático.

Zug, George R.
Smithsonian Institution (SI)
zugg@si.edu
Investiga evolución y sistemática de anfibios y reptiles de las islas del Océano Pacífico y Asia tropical, con enfoque principalmente morfológico y con ayuda de herramientas moleculares. Estudia ranas, renacuajos y geckos de diferentes géneros de Asia.

La *Biodiversidad de Colima. Estudio de Estado*
versión en web publicada en mayo de 2016
incluye en arhivos adjuntos los apéndices

CONABIO

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

COLIMA

GOBIERNO DEL ESTADO

ISBN 978-607832840-6